

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



**РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:**

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,  
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,  
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,  
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,  
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),  
И. А. Федосеев (зам. председателя),  
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),  
А. А. Чеканов, С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич,  
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

**Л. И. Волчкович, Ю. П. Замчалов**

**Григор Арутюнович  
ШАУМЯН**

**1905—1973**



---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»**

**МОСКВА**

**1978**

Книга посвящена известному советскому ученому-машиностроителю Г. А. Шаумяну (1905—1973), чья деятельность во многом определила направления и задачи науки об автоматах и автоматических линиях. Авторы анализируют его труды, в которых разработаны научно-технические основы автоматизации и которые оказали существенное влияние на становление автоматизации в машиностроении и приборостроении. Основные этапы жизни, научной и педагогической деятельности Г. А. Шаумяна рассматриваются в тесной взаимосвязи с развитием отечественной науки и техники, тенденциями мирового автоматостроения.

Ответственный редактор  
доктор технических наук  
А. А. ЧЕКАНОВ



## Введение

---

За свою 150-летнюю историю МВТУ им. Баумана выдвинуло целую плеяду блестящих ученых и инженеров, умноживших славу отечественной науки и техники. Среди них — замечательный советский ученый-машиностроитель Г. А. Шаумян. Его творческая деятельность, продолжавшаяся более 40 лет, обогатила науку многими непреходящими ценностями; труды его до сих пор оказывают большое влияние на развитие науки и техники.

Большой талант ученого-аналитика, стремление к неустанному творческому поиску, постоянная неудовлетворенность достигнутым, высокая принципиальность в научных вопросах позволили Г. А. Шаумяну стать ученым с мировым именем. Поражали его эрудиция в самых различных областях знания, диапазон научных интересов, редкое умение оценивать сущность явлений, находить противоречия и парадоксальные ситуации там, где все представлялось логичным и закономерным, делать далеко идущие обобщения.

Он был выдающимся теоретиком, специалистом по проблемным вопросам развития автоматизации в машиностроении, видным ученым-конструктором и технологом, автором работ по теории технологии и конструирования станков и механизмов, многих новых прогрессивных технологических процессов и конструкций на уровне изобретений; замечательным педагогом-новатором, основателем отечественной школы подготовки инженеров-специалистов по автоматизации.

До Г. А. Шаумяна научные исследования в области станкостроения по существу ограничивались кругом вопросов, непосредственно решаемых в процессе расчета и конструирования станков (исследования кинематики и прочности конструкций, режимов резания, точности об-

работки, сравнительный конструктивный анализ). Им была впервые доказана необходимость развития двух основных направлений науки об автоматизации:

прикладного, где результаты исследований позволяют непосредственно решать задачи проектирования и эксплуатации на более высоком уровне, и

проблемного, целью которого являются анализ причинных связей и закономерностей в развитии техники, математическое их описание, выявление тенденций и противоречий и т. д., что в конечном итоге должно служить научной основой технической политики, формировать научное и инженерное мировоззрение и тем самым создавать предпосылки для решения инженерных задач на качественно новом уровне.

И если прикладное направление базируется главным образом на законах механики, сопротивления материалов, теории резания, то научно-теоретической основой проблемных исследований являются положения теории производительности, надежности, технико-экономической эффективности. Поэтому не случайно Г. А. Шаумян явился основоположником нового направления науки о машинах — теории производительности рабочих машин, которая в настоящее время получила широкое развитие в самых различных отраслях производства. Он неустанно подчеркивал, что теория производительности — это не просто подсчет производительности или количества выпущенной продукции. Она прежде всего инструмент анализа и синтеза машин, их оптимального построения и эксплуатации. Математическую основу теории производительности составляют уравнения, связывающие показатели производительности с технологическими, конструктивными, структурными и эксплуатационными параметрами машин и систем машин. Тем самым делается возможным сравнение вариантов машин с различными сочетаниями параметров, оценка прогрессивности технологических процессов и их стабильности, конструктивного совершенства машин, надежности механизмов и инструмента, мобильности при переналадке и т. д.

Теория производительности позволяет анализировать конструкции и закономерности развития машин, открывает новые возможности для расчета и конструирования, выбора их параметров не только по кинематическим и прочностным критериям, но и по производительности и

надежности в работе. Г. А. Шаумяном были впервые разработаны методы выбора с позиций производительности таких параметров, как оптимальные режимы обработки на автоматах, число позиций автоматов и автоматических линий и т. д.

Последние годы своей жизни Г. А. Шаумян много работал над вопросами теории производительности труда и экономической эффективности автоматизации как инструмента анализа и прогнозирования тенденций технического прогресса в машиностроении, его закономерностей и противоречий. Эта теория позволяет выражать любые критерии экономической эффективности не через денежные показатели, а непосредственно через технико-экономические характеристики машин, т. е. появляется возможность непосредственно оценивать влияние совершенствования любых технологических, конструктивных, эксплуатационных параметров на экономические показатели, решать проблемные и прикладные задачи. Важнейшее значение сохраняет сформулированный Г. А. Шаумяном тезис о том, что *генеральным направлением автоматизации является не освобождение человека от обслуживания современного оборудования, а разработка таких прогрессивных технологических процессов и высокопроизводительных средств производства, которые были бы вообще невозможны, если бы человек по-прежнему оставался участником технологического процесса.*

Именно этой цели — повышению производительности и эффективности автоматизированного оборудования, созданию прогрессивных технологических процессов и конструкций машин и механизмов — была подчинена в течение многих лет деятельность Г. А. Шаумяна как технолога и конструктора. Будучи глубоким знатоком процессов токарной обработки и конструкций токарных автоматов, он пришел к выводу, что классические, традиционные схемы технологических процессов и машин в основном исчерпали себя. Качественный скачок в повышении производительности машин и точности обработки может быть обеспечен только на основе принципиально иных, нетрадиционных инженерных решений, связанных с трансформацией углов резания в процессе обработки, созданием токарных автоматов непрерывного действия. Им были разработаны методы попутного точения и фрезоточения, основанные на попутном движении заготовки и многолез-

вийных вращающихся резцовых головок, которые позволили повысить режимы обработки в 2,5—3 раза при существенном повышении точности и качества обрабатываемых поверхностей, при этом решалась проблема формирования дискретной стружки. Созданные им первые образцы станков попутного точения для обработки таких сложных деталей, как кольца подшипников, шестерни и т. д., не имеют ни одной направляющей возвратно-поступательного движения.

Широкое распространение получил предложенный Шаумяном шариковый передаточный механизм. Программные командоаппараты с быстросменными блоками кулачков в сочетании с шариковым приводом перемещения исполнительных механизмов являются перспективным средством автоматизации машин самого различного назначения, не уступая по мобильности системам числового программного управления.

Огромны заслуги Г. А. Шаумяна в создании отечественной школы ученых и инженеров — специалистов по автоматизации производства.

Для нескольких поколений специалистов пособиями явились его книги «Основы теории проектирования машин-автоматов» (1946, 1949), «Автоматы» (1952, 1955), «Автоматы и автоматические линии» (1961), «Автоматизация производственных процессов» (1967). Уже после смерти автора в 1973 г. вышла в свет капитальная монография «Комплексная автоматизация производственных процессов», обобщившая опыт отечественного и зарубежного автоматостроения, в том числе все лучшее из научного и практического вклада автора.

Вся научно-педагогическая деятельность Г. А. Шаумяна была связана с МВТУ им. Н. Э. Баумана, где свыше 30 лет он заведовал кафедрой «Станки и автоматы». Именно здесь в 1932 г. впервые им был прочитан курс «Автоматы», а 15 лет спустя — курс «Автоматизация производственных процессов». Он разработал эти курсы на базе методологического принципа, который сейчас является общепризнанным: учить студентов не столько знанию, сколько умению; давать им ключ к пониманию, аппарат сравнительного анализа и оценки. Поэтому вместо описательно-повествовательной основы, согласно которой студентов знакомят последовательно с методами и средствами автоматизации загрузки, автоматизации управле-

ния, автоматизации сборки и т. д. и т. п., в основу методологии Г. А. Шаумяна положен тезис общности автоматов и автоматических линий различного технологического назначения, единых законов автоматостроения для всех отраслей машиностроения и приборостроения. Отсюда предмет курсов по автоматизации — изучение единых закономерностей анализа и синтеза машин, их построения, проектирования и эксплуатации, где отдельные конструкции рассматриваются как частные взаимозаменяемые примеры, иллюстрирующие общие принципы построения машин и систем машин, их высокопроизводительного использования. Такой подход на сегодняшний день является наиболее современным: он формирует у будущих специалистов умение правильно ориентироваться в многовариантных задачах автоматизации, выбирать оптимальные решения по производительности и надежности в работе, экономической эффективности и прогрессивности.

Особенностью творческого почерка Г. А. Шаумяна как ученого и педагога было органическое сочетание качественных и количественных методов. Он стремился самые сложные выводы излагать максимально четко и ясно, использовать наиболее рациональный математический аппарат, раскрывающий сущность исследуемых явлений, где каждая формула могла быть проверена на физическую правильность и интерпретирована графически. Будучи эрудированным математиком, он не терпел бессмысленного жонглирования математическими терминами, символами и формулами, столь модного среди диссертантов, когда пышность математических форм скрывает порой нищету научного содержания. Перефразируя афоризм А. П. Чехова, можно сказать, что у него формулам было тесно, а научным идеям и обобщениям просторно.

Г. А. Шаумян был замечательным педагогом и оратором, который никогда не оставлял равнодушным любую аудиторию, привлекая слушателей новизной идей, смелостью обобщений, убедительностью доводов.

Как и многие очень талантливые люди, он был сложной и противоречивой личностью. Г. А. Шаумян был всегда в центре научных дискуссий, стимулируя и обостряя их необычностью подхода, непримиримостью, зачастую преднамеренной резкостью суждений. У него было много друзей и много противников. Но все они одинаково уважали ученого за принципиальность и честность.

## Жизнь и научная деятельность

---

### Детство, юность, учеба в МВТУ

Григор Арутюнович Шаумян родился 1 апреля 1905 г. в небольшом городке Дилижане (ныне Армянская ССР) в семье рабочего Арутюна Григорьевича Шаумяна.

Арутюн Григорьевич Шаумян работал колесником почтовых станций и по долгу службы очень часто разъезжал по городам и селам Армении. Он был большим мастером своего дела, его так и называли Уста Арутюн (мастер). Транспорт того времени был исключительно гужевым, поэтому специальность была весьма важной и популярной. Арутюн Григорьевич был приверженцем не учебы детей, а их скорейшей практической работы, причем проводил в жизнь эту линию весьма строго.

Его жена Сабогюль Петросовна Шаумян (Вартанян) вела домашнее хозяйство. В семье Шаумян воспитывалось 11 детей: девять братьев и две сестры. В противоположность мужу Сабогюль Петросовна делала все возможное для их учебы. Ранняя смерть (С. П. Шаумян умерла в 1923 г. в возрасте 40 лет) не позволила ей реализовать свои планы.

Однако, несмотря на трудности, дети учились, работали и добились в жизни многого. Так, брат Григора Вагинак Арутюнович Шаумян после окончания Тимирязевской сельскохозяйственной академии стал директором известного животноводческого совхоза в Костромской области, принимал участие в выведении новых пород крупнорогатого скота. Позднее он защитил докторскую диссертацию и работал профессором в Костромском сельскохозяйственном институте.

Посвятил свою жизнь сельскому хозяйству и Вагран Арутюнович Шаумян: после окончания Тимирязевской

академии (по специальности мелиорация земель) участвовал в разработке систем орошения пашни, защитил докторскую диссертацию, работал заместителем директора Всесоюзного научно-исследовательского института мелиорации в Москве.

Варкес Арутюнович Шаумян окончил МВТУ им. Н. Э. Баумана, работал инженером-конструктором в научно-исследовательском институте «Углемаш». Другие братья — Аршак, Павел, Шаварш — стали квалифицированными рабочими. Сестра Люся Арутюновна до пенсии работала бухгалтером, живет в г. Кировокане (Армянская ССР).

Григору Шаумяну пришлось начать свою трудовую деятельность рано — в 1918 г. он поступил учеником токаря по металлу в деревообделочные мастерские г. Дилижана. Так началось знакомство Г. А. Шаумяна с токарным делом, с металлообработкой, со станками, которым он и посвятил всю свою жизнь, пройдя путь от ученика токаря до крупнейшего ученого в области станкостроения.

Постигнув азы токарного дела, Григор вскоре стал помощником токаря, а затем и токарем по металлу. В 1922—1923 гг. он работал механиком в Дилижанской типографии. Практическую работу на токарном станке Г. А. Шаумян не оставлял в течение всей своей жизни. Очень часто его можно было видеть в лаборатории кафедры «Станки и автоматы» МВТУ за обработкой сложных деталей для будущих станков. Дома у Григора Арутюновича почти всегда был в работе небольшой универсальный станочек. До конца своих дней ученый ценил высококвалифицированный труд рабочих и мастеров.

В 1920 г. Григор Шаумян вступил в профсоюз, а спустя некоторое время стал комсомольцем. В 1921 г. он был делегатом первых комсомольских съездов Армении и Закавказья.

Знаменательным в жизни и судьбе Г. А. Шаумяна стал 1923 год — юношу направили на учебу в Москву на рабочий факультет МВТУ.

Выбор был не случаен — слава одного из старейших высших технических учебных заведений гремела по всей стране. Долетела она и до маленького горного Дилижана.

Московское высшее техническое училище ведет свою летопись с Ремесленного учебного заведения, созданного указом от 1 июля 1830 г. «для обучения и воспитания

полезных членов общества не только подготовкой из них хороших практических ремесленников разного рода, но и образованием в искусных мастеров с теоретическими сведениями...» Вместе с Петербургским практическим технологическим институтом (1828) оно возглавило список первых гражданских средних технических учебных заведений в России.

В 1868 г. училище было преобразовано в высшее техническое учебное заведение — Московское техническое училище, которое включало три отделения: механическо-строительное, инженерно-механическое и инженерно-технологическое. Вскоре к ним добавилось еще одно — химическое отделение. С этого времени в училище начала создаваться самобытная отечественная школа подготовки ученых и инженеров, школа политехнического типа.

Уже в год создания Московского технического училища специальная комиссия под руководством профессора А. В. Летникова поставила перед собой задачу — найти такие формы учебного процесса, которые обеспечивали бы наилучшее сочетание теоретической и практической подготовки инженеров. Характерно, что еще тогда многие известные ученые (Д. И. Менделеев, Д. К. Чернов, А. С. Попов и др.) считали, что технические науки не только включают в себя все то, что содержат университетские курсы. По их убеждению, технические науки «вынуждены захватывать изучаемую область шире и глубже, чем достаточно было бы для университетской науки». «Необходимо, чтобы инженеры или вообще техники были проникнуты убеждением, что их искусство, их наука вполне самостоятельны, что всякие другие науки, начиная с элементарной математики и кончая философскими суждениями, доставляющими верный критеризм для определения правильности и целесообразности технического исследования, — суть только орудия, необходимые или полезные для разработки науки прикладной»<sup>1</sup>. Из стен МВТУ вышло множество исследователей, органически сочетавших глубокое знание основ фундаментальных наук (математики, физики, химии) с обширнейшими прикладными исследованиями и разработками.

---

<sup>1</sup> Об учреждении Политехнического института в Петербурге. СПб., 1900, с. 24—26.



С самого начала своего существования училище отвергло приглашение профессорско-преподавательских кадров из-за рубежа, что широко культивировалось царским правительством. Если в первые 15—20 лет после преобразования училища его профессора являлись в основном воспитанниками университетов, то в дальнейшем преподавательские кадры готовились главным образом из числа выпускников МТУ.

С именами П. К. Худякова, А. П. Гавриленко, С. А. Федорова, А. И. Сидорова, Н. И. Мерцалова, В. И. Гриневецкого, Л. В. Ассура, П. П. Петрова, К. А. Круга и других связана целая историческая полоса развития отечественной науки, техники и высшей школы. В училище работали такие выдающиеся русские ученые, как Н. Е. Жуковский, П. П. Лазарев, С. А. Чаплыгин, Н. И. Мерцалов, П. Л. Чебышев, В. Г. Шухов.

МТУ явилось пионером подготовки отечественных ученых и инженеров по многим новым направлениям науки и техники, в том числе по аэродинамике и авиации. Признанным основателем теоретической и экспериментальной аэродинамики считается профессор Н. Е. Жуковский, проработавший в училище более сорока лет. Его ближайшими учениками стали В. П. Ветчинкин, Б. Н. Юрьев, С. А. Чаплыгин. Из стен организованной в училище аэродинамической лаборатории вышли выдающиеся ученые, крупнейшие авиационные инженеры и летчики А. Н. Туполев, Б. С. Стечкин, А. А. Архангельский, Б. Н. Россинский и др.

Мировую славу училищу принесла разработанная и реализованная его преподавателями система практической подготовки будущих инженеров с использованием учебных мастерских, которая еще в 70-е годы XIX в. получила всеобщее признание и распространение не только в России, но и за рубежом. Быстрому распространению «русского метода», как его называли в Америке, способствовало участие училища в работе отечественных и всемирных выставок, где оно демонстрировало и свои достижения в области науки и техники.

Велики и революционные традиции Московского технического училища. Еще в 70-е годы XIX в. группа его студентов была арестована и предана суду по обвинению в участии в организациях «Земля и воля» и «Народная воля». Однако идеи народничества не получили особого

распространения среди студентов МТУ. Гораздо шире и глубже развернулось здесь студенческое движение в период первой русской революции 1905—1907 гг.

Еще в 1904 г. в училище оформилась социал-демократическая фракция, распространялась нелегальная литература. После Кровавого воскресенья 9 января 1905 г. здесь начались многочисленные сходки, на которых было принято решение прекратить учебные занятия и объявить забастовку. Правительство закрыло училище, но оно превратилось в центр манифестаций и митингов, в здании МТУ до октября 1905 г. помещался Московский комитет РСДРП. Отсюда 18 октября 1905 г. после митинга во главе многотысячной манифестации вышел в свой последний путь выдающийся революционер-ленинец Николай Эрнестович Бауман, именем которого впоследствии (1930) и было названо МВТУ. Тело убитого черносотенцем героя революции в течение двух суток находилось в актовом зале училища. Отсюда могучее 30-тысячное шествие направилось на Ваганьковское кладбище, где были отданы последние почести Н. Э. Бауману.

В дни Декабрьского вооруженного восстания 1905 г. студенты училища участвовали в баррикадных боях, некоторые были арестованы, осуждены и высланы.

Новый этап в жизни училища начался после Великой Октябрьской социалистической революции. В 1917 г. оно было переименовано в Московское высшее техническое училище. Уже 24 апреля 1918 г. его ректор профессор В. И. Гриневецкий сообщил, что Народный Комиссариат просвещения признал необходимым организовать два новых факультета: электротехнический и инженерно-строительный.

Оживлению учебной жизни училища способствовало принятое 24 марта 1920 г. постановление СНК об организации при наиболее крупных технических вузах ускоренного выпуска инженеров без снижения требований к качеству подготовки. К занятиям по ускоренной подготовке допускались студенты старших курсов, имеющие достаточную теоретическую подготовку. Всего за два года в МВТУ по ускоренной программе было выпущено 686 инженеров, из которых почти половину составляли инженеры-механики. Одновременно с этим было принято решение об организации научно-исследовательских курсов при вузах с целью подготовки из числа инженеров

научных работников как для преподавательской, так и для научно-исследовательской деятельности. В МВТУ с 1920 г. такая подготовка была организована по 24 специальностям всех факультетов.

Реакционная часть профессорско-преподавательского состава МВТУ враждебно встретила попытки советизации высшей школы. Особенно это выявилось при организации в 1918 г. органов управления: Совета училища и его президиума, советов и президиумов факультетов. Перестройка высшего образования проходила в условиях острой классовой борьбы.

Передовое студенчество под руководством немногочисленной, но сплоченной партийной организации повело борьбу за пролетаризацию МВТУ, за привлечение на свою сторону лучшей части профессорско-преподавательского состава.

Стержневым вопросом внутренней жизни училища в те годы была задача коренного изменения классового состава студенчества, что явилось отражением общей тенденции того времени, линии партии на демократизацию интеллигенции. Уже в 1923/24 г. в МВТУ было принято 75% рабочих, из которых 40% были членами ВКП(б) и 17% — комсомольцами.

Большую роль в комплектовании училища пролетарскими кадрами сыграл организованный в 1920 г. рабочий факультет (рабфак), который был одним из самых первых и крупных по тому времени в стране. Участие в его работе профессорско-преподавательского состава училища во многом предопределило высокую организацию учебного процесса и обеспечило высокий уровень подготовки учащихся. В 1923/24 г. по социальному положению 80% студентов рабфака были выходцами из рабочих, 5% — из крестьян.

В числе принятых на рабфак в 1923 г. был и токарь из армянского города Дилижана Григор Шаумян — Гриша, как быстро прозвали его товарищи. В период учебы Шаумяна в МВТУ (1923—1925 гг. — учащийся рабфака, 1925—1930 гг. — студент механического факультета) шел процесс формирования новой советской технической интеллигенции, и параллельно с ним — процессы становления советской высшей школы, вобравшей в себя все лучшее, что было создано русской научной и инженерной мыслью до революции. В 1925 г. был утвержден устав

Московского высшего технического училища. В уставе говорилось, что:

«1. Московское высшее техническое училище имеет своей основной задачей подготовку для различных отраслей народного хозяйства общественно развитых и высококвалифицированных в техническом смысле специалистов, инженеров-организаторов, достаточно подготовленных для организации новых отраслей производства и способных руководить эксплуатацией существующих предприятий в качестве технического директора завода, цехового инженера и т. д., а также могущих проектировать и производить самостоятельные установки, разрабатывать технологические процессы производства в качестве заведующих техническими и проекторочными бюро, руководителей лабораторий и т. д.

Общая научная и техническая подготовка дается этим инженерам в объеме, необходимом для получения глубокого общетехнического развития и овладения методами научно-технического мышления применительно к потребностям избранной широкой специальности.

Специальная подготовка имеет целью обеспечить техническое и организационное овладение данной отраслью на основе проработки специального цикла вопросов.

2. Второй задачей Московского высшего технического училища является производство научно-технических исследований как по собственной инициативе, так и по заданиям промышленных и государственных органов и подготовка научных работников по техническим наукам, в том числе и преподавателей высших учебных заведений.

3. Третьей задачей Московского высшего технического училища является пропаганда наиболее целесообразных методов производства и оказание населению Союза научно-технической помощи путем организации курсов, устройства экскурсий, выставок, чтения лекций, создания популярной литературы и организации курсов для поднятия квалификации работающих в производстве».

В МВТУ в те времена работала целая плеяда талантливейших ученых и педагогов, обогативших и науку и педагогику высшей школы новыми яркими достижениями. Их лекции слушал молодой Шаумян, у них учился не только профессиональному мастерству, но в первую очередь великому уважению к инженерной профессии.

В 20-е годы в МВТУ сложилась научная школа физиков под руководством академика П. П. Лазарева. В число ее представителей входили такие известные ученые, как С. И. Вавилов, П. Н. Беликов и др.

Лазарев и его ученики проводили фундаментальные исследования в области ионной и квантовой теории возбуждения, физиологической оптики, геофизики. В 1930—1932 гг. Лазарев, обобщив читавшийся им в МВТУ курс математической физики, издал монографию «Математическая физика для техников и инженеров».

К преподаванию математики в МВТУ были привлечены такие крупнейшие ученые, как, например, А. Я. Хинчин, поэтому студенты получали отличную математическую подготовку.

Традиционно сильным в МВТУ было преподавание теоретической механики, основы которого заложил еще Н. Е. Жуковский. В 20-е годы заметным вкладом в науку стали переизданные со значительными дополнениями курсы по теоретической механике Н. Е. Жуковского, «Введение в теоретическую механику» А. П. Котельникова (1925), курсы по теоретической и технической механике И. Н. Веселовского, курс по кинематике и динамике и задачник Б. С. Зернова.

Развитие научных исследований и методики преподавания теории механизмов и машин в те годы связывалось с деятельностью двух выдающихся профессоров МВТУ: Н. И. Мерцалова и Л. П. Смирнова. Начиная с 1926 г. Мерцалов, помимо общего курса, разрабатывал и читал курс пространственных механизмов, организовывал научные семинары, которые явились прообразом семинаров по ТММ в АН СССР (под руководством И. И. Артоболевского). С именем Л. П. Смирнова связано новое направление ряда разделов ТММ, что нашло отражение в опубликованных им в 1926 г. двух курсах — «Кинематике механизмов и машин» и «Кинетике механизмов и машин». Шаумян впоследствии часто вспоминал о Смирнове как об одном из самых любимых своих учителей, который привил ему бесконечное уважение к деятельности ученого, умение отличать истинную науку от «псевдонаучной чепухи».

В годы учебы Шаумяна в училище с большим успехом развиваются научные и технические исследования по аэродинамике и авиации, начало которым положил еще

Н. Е. Жуковский. «Он своей светлой и могучей личностью объединил в себе и высшие математические знания, и инженерные науки. Он был лучшим соединением науки и техники, он был почти университетом», — писал о Жуковском его ученик, ближайший соратник и друг С. А. Чаплыгин. К середине 20-х годов в Центральном аэродинамическом институте (ЦАГИ), организованном в 1918 г., и аэродинамической лаборатории МВТУ сложился единый творческий коллектив, состоявший в основном из выпускников МВТУ — учеников Н. Е. Жуковского, среди которых были А. Н. Туполев, Б. Н. Юрьев, В. П. Ветчинкин и др. Аэродинамическая лаборатория МВТУ была единственной в то время советской лабораторией, где велись работы по экспериментальной аэродинамике (испытания крыльев, фюзеляжа, стоек, тросов, колес, моделей самолетов и аэростатов и т. д.). Даже спустя много лет после того, как основные работы по данному направлению были переданы в Московский авиационный институт, в МВТУ их продолжал развивать профессор В. П. Ветчинкин, выпустивший фундаментальные работы, в том числе «Динамику полета» (1927).

Научной школой, принесшей МВТУ славу крупнейшего научного центра машиностроения, стала школа исследователей, занимающихся вопросами сопротивления материалов. В 1917—1930 гг. ее развитие было связано с именем профессора П. К. Худякова, который издал ряд курсов и задачников, разрабатывал новые методы расчета. За эти годы только один его курс по сопротивлению материалов переиздавался пять раз.

Г. А. Шаумян, слушавший лекции Худякова, до конца жизни не переставал восхищаться образностью их изложения, необыкновенной доходчивостью, проникновением в сущность рассматриваемого явления. Особенностью творческого метода Худякова было стремление использовать доступный математический аппарат, добиваться максимальной наглядности и убедительности путем графических иллюстраций. В своем курсе по сопротивлению материалов, который с научной точки зрения в то время был выполнен на самом высоком уровне, он практически не использовал высшую математику.

В 1924—1930 гг. в МВТУ были опубликованы также лекционные курсы и задачники по сопротивлению материалов, написанные И. И. Бобарыковым, Н. И. Ивановым,

Е. Н. Тихомировым, которые в значительной степени отличались от курса П. К. Худякова.

МВТУ традиционно сохраняет за собой ведущее положение в области разработки теоретических и практических задач по сопротивлению материалов применительно к машиностроению.

К этому направлению также примыкает научная школа по деталям машин, которая в 20-е годы являлась обобщающей (с позиций расчета и конструирования машин различного назначения). Еще в 1903 г. профессор училища А. И. Сидоров издал «Описательный курс машин». Его положения развивались много лет и в результате появились публикации таких работ, как «Детали машин» (1923), «Основные принципы проектирования и конструирования машин» (1929). В последней книге, обобщившей более чем 30-летний научно-педагогический опыт Сидорова, были изложены основные понятия кинематики и динамики механизмов, соотношений между силами и скоростями, условия работы идеальной и действительной машины. Рассмотренные в книге вопросы прочности и жесткости деталей машин и машин в целом, их изнашивания в процессе эксплуатации во многом предвосхищали последующие многочисленные исследования по долговечности и надежности машин, получившие столь широкое распространение в наше время.

В конце 20-х годов в МВТУ начинают проводиться исследования по различным аспектам технологии металлов, создаются лаборатории: литейная (1929), кузнечная (1928), резания металлов (1926).

Восемнадцатилетним юношей пришел Г. А. Шаумян в МВТУ, с которым связал всю свою жизнь. Впоследствии ученый часто вспоминал, как впервые приехал в Москву в шинели и войлочных тапочках, как интересно и напряженно проходила учеба на рабфаке, как группа, в которой он учился, постановила выделить единственный ордер на пальто именно ему, учитывая, что он южанин и непривычен к московским холодным зимам.

25 мая 1925 г. Г. Шаумяну в числе 178 выпускников вручается свидетельство об окончании полного курса рабфака МВТУ по техническому отделению и о праве преимущественного поступления в вузы РСФСР. В этом же году он зачисляется в МВТУ на механический факультет. Сохранилась предметная (зачетная) книжка бу-

дущего ученого: он изучил более 60 курсов и сдал почти 70 зачетов и работ по математике, теоретической механике, деталям машин, холодной обработке металлов, истории революционного движения, историческому материализму, политэкономии.

В конце 20-х годов Г. Шаумян, будучи еще студентом, начал работать в промышленности. В его трудовом списке (книжке) того времени имеется запись: «в 1928—1930 гг. работал конструктором-экспериментатором на заводе счетно-пишущих машин».

Учеба, работа на заводе были неразрывно связаны с общественной деятельностью. В 1927 г. Г. А. Шаумян стал коммунистом. В 1928—1929 гг. работал секретарем комсомольской ячейки механического факультета и являлся членом бюро факультетской парторганизации. В 1927 г. коллектив МВТУ избрал Г. А. Шаумяна делегатом в Бауманский районный Совет рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов г. Москвы восьмого созыва (билет № 274/140).

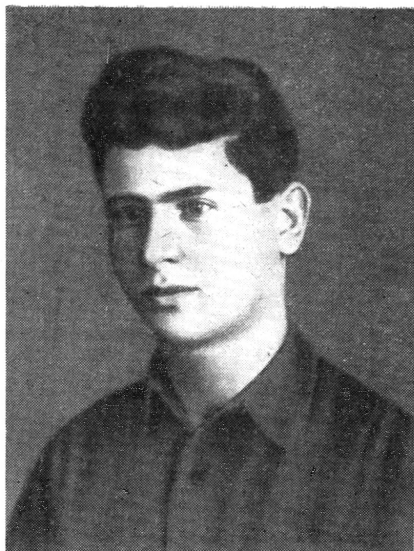
За пять лет, проведенных в МВТУ, Г. А. Шаумян приобрел фундаментальные знания по математике, механике, деталям машин, холодной обработке металлов и другим предметам. Он прошел хорошую школу научного эксперимента в лабораториях училища, приобрел навыки конструкторско-экспериментальной работы на заводе, получил немалый опыт общественно-политической работы. 19 ноября 1930 г. Г. А. Шаумяну было вручено свидетельство (диплом) об окончании МВТУ по специальности «Холодная обработка металлов с уклоном производства точной механики» и присвоено звание инженера-механика.

Впереди были инженерная работа, пора научных поисков и изобретений, напряженный повседневный труд ученого-станкостроителя.

1930 год стал переломным в жизни МВТУ. Согласно принятому постановлению СНК произошла реорганизация многофакультетских технических вузов, превращение их в специализированные. Из МВТУ выделился целый ряд новых вузов.

Химический факультет был преобразован в Академию химической защиты РККА, причем некоторые его специальности послужили основой для создания научно-ис-





Григор Шаумян —  
студент Высшего технического училища,  
1925 г.

следовательских институтов (Институт сахароварения и т. п.).

На базе инженерно-строительного факультета создается Московский инженерно-строительный институт, часть специальностей передается Военно-инженерной академии РККА.

Электротехнический факультет стал базой организации Московского энергетического института, некоторые специальности были переданы в Московскую военную академию связи РККА.

Созданный 15 февраля 1930 г. аэромеханический факультет послужил базой для Московского авиационного института (август 1930 г.).

Все вновь создаваемые учебные заведения базировались либо в новых помещениях (Авиационный и Энергетический институты), либо в зданиях училища (Академия химзащиты).

В историческом Слободском дворце, на берегу

р. Яузы, был оставлен механический факультет, преобразованный в Московский механико-машиностроительный институт (МММИ), которому 16 декабря 1930 г. было присвоено имя Н. Э. Баумана. Этот институт, призванный готовить инженерно-технические кадры для советского машиностроения, вскоре стал одним из крупнейших вузов страны, основным хранителем славных традиций Высшего технического училища. 17 ноября 1933 г. ЦИК Союза ССР наградил институт орденом Трудового Красного Знамени за революционные заслуги в прошлом и особые заслуги в социалистическом строительстве.

Быстро рос контингент студентов МММИ (в 1930 г. — 2900, в 1932 г. — 4832), организовались новые факультеты: тепловых и гидравлических машин, холодной обработки металлов, горячей обработки металлов, общего машиностроения, точной механики. В 1936 г. институт получил право присуждать ученые степени кандидата и доктора наук. Одним из первых степень кандидата технических наук получил выпускник института инженер-механик Григор Шаумян.

В 1943 г. было восстановлено старое название — Московское высшее техническое училище. С этим старейшим высшим учебным заведением страны Г. А. Шаумян связал свою дальнейшую научную, инженерную и педагогическую деятельность. Вскоре он стал ведущим специалистом в новой, развивающейся отрасли науки и техники — автоматостроении.

### Страницы прошлого

В широком понимании *автомат* — это самоуправляющаяся машина (механизм или сочетание механизмов и устройств), которая выполняет определенные целесообразные функции без участия человека и нуждается лишь в наладке и контроле работы. В сфере производства такими функциями являются: преобразование энергии (машины — двигатели) и информации (вычислительные машины) или выполнение полезной работы (рабочие машины, среди которых выделяют транспортные и технологические).

История автоматостроения уходит в древние времена, однако на протяжении многих веков автоматические устройства создавались вне производственной сферы и

не служили средством выполнения общественно полезной работы. Так, еще со времен Древнего Египта были известны автоматические театры, где разыгрывались настоящие представления.

Значительное влияние на развитие автоматостроения оказали появление и совершенствование часов, о чем упоминал К. Маркс<sup>1</sup>. Он указывал, что часы вместе с мельницей явились той основой, на которой внутри мануфактуры строилась подготовительная работа для машинной индустрии. «Часы — это первый автомат, употребленный для практических целей. На их основе развивалась вся теория производства равномерного движения. По своему характеру они сами базируются на сочетании полухудожественного ремесла с теорией в прямом смысле слова»<sup>2</sup>.

Развитие часов неизбежно привело к расширению их функций — не только указанию текущего времени, для чего хватало реализации равномерных движений, но и появлению целого ряда устройств, выполнявших дискретные, заранее программируемые движения.

Ярким примером могут служить известные часы русского механика И. П. Кулибина, которые сочетали в себе часовые устройства, показывающие время, с миниатюрным автоматическим театром. На исходе каждого часа отворялись створчатые дверки, открывая «золотой чертог», в котором проходило маленькое представление с участием «ангела-хранителя», «воинов с копьями», «жен-мироносиц».

Примечательно, что еще в те давние времена посредством накопления опыта создания автоматических кукол, театров-автоматов и т. д. отрабатывались те принципы, которые и поныне используются в современных машинах-автоматах на механической основе. Программа дискретных перемещений задавалась посредством системы кулачков и упоров, которые приводились в движение (преимущественно вращательное) от источника энергии (в те времена от пружинного завода). К исполнительным устройствам движения передавались от кулачков и упоров разнообразными механическими передачами и прежде всего рычажными.

---

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 30, с. 263.

<sup>2</sup> Там же.

Таким образом, в XVII—XVIII вв. сформировались основные функциональные элементы систем дискретной автоматики, которые существуют и поныне: программно-носитель, содержащий всю необходимую информацию о времени, месте и величине перемещений; устройство ввода программы, обеспечивающее ее воспроизведение с нужной быстротой; передаточно-преобразующее устройство, не только передающее необходимые команды на перемещение, но и преобразовывающее их в случае необходимости как по величине, так и по форме; исполнительное устройство, выполняющее комплекс перемещений и иных действий, задаваемых программносителем.

Мы сегодня удивляемся и восхищаемся мастерством и интуицией средневековых механиков-умельцев, которые интуитивно, без каких-либо расчетов, умели подбирать форму и конфигурацию всех конструктивных элементов, обеспечивая весьма сложное взаимодействие и синхронизацию работы во времени и пространстве.

В XVII—XVIII вв. автоматы перестают быть только предметом забавы и начинают использоваться в производстве. Появляются автоматические мельницы, прядильные и ткацкие машины, паровые машины с автоматическими системами пара- и водораспределения и т. д. В России в 60-х годах XVIII в. К. Д. Фролов создал целое золотопромышленное предприятие с высоким уровнем механизации и автоматизации по всему технологическому комплексу (промывка, транспортирование и т. д.). К этому же времени относятся первые конструкции автоматизированных машин для металлообработки. Токарно-копировальный станок, изготовленный в 1712 г. А. К. Нартовым, механиком Петра I, имел самоходный суппорт с приводом от шестеренчато-реечного механизма и механизм объемного копирования. Принципы, заложенные в этом станке, — сочетание вращения детали в шпинделе с автоматической подачей инструмента, управление от неподвижного копира посредством щупа поперечными относительными перемещениями суппорта с инструментом и бабки с изделием и т. д. — в основном сохранены в современных копировальных полуавтоматах и автоматах. Почти 90 лет спустя англичанин Г. Модслей запатентовал станок с автоматическим перемещением суппорта посредством пары винт — гайка.

Эти и многие другие конструкции автоматизированных станков, которые с современных позиций могут считаться в лучшем случае полуавтоматами, создали ту основу, на которой базируется современное автоматостроение.

Первые токарные станки-автоматы, полностью соответствующие этому названию, были построены лишь в 80-е годы XIX в. Они были одношпиндельными и по типу соответствовали современным автоматам фасонно-продольного точения. Революционизирующим фактором для автоматостроения послужило использование в качестве управляющего органа автомата распределительного вала с кулачками. Каждый кулачок управлял соответствующим механизмом (суппортом, механизмом подачи материала, зажима и т. д.), профиль кулачков определял величину, место и скорость любого перемещения, жесткая установка всех кулачков на едином валу обеспечивала необходимую синхронизацию всех элементов рабочего цикла любой сложности. На долгое время, вплоть до 30-х годов XX в., распределительный вал с кулачками стал важнейшим органом управления рабочим циклом автоматов самого различного технологического назначения (металлообработка, текстильная, легкая, пищевая промышленность и др.).

С конца XIX в. началось бурное развитие токарных автоматов, которые в течение продолжительного времени являлись наиболее распространенным типом технологических машин-автоматов в металлообработке. К началу XX в. были созданы токарно-револьверные и токарные прутковые многошпиндельные автоматы, управляемые также посредством распределительного вала с кулачками.

Значительным толчком в совершенствовании автоматостроения послужило развитие поточных методов производства в автомобилестроении, подшипниковом производстве и других отраслях. Массовое производство не только привело к расширению выпуска автоматов и полуавтоматов и их номенклатуры, но и вызвало к жизни появление нового типа автоматизированного технологического оборудования — специализированных и специальных автоматов и полуавтоматов, пригодных для производства лишь идентичной продукции, но более производительных.

Создание и совершенствование автоматов было, однако, на протяжении длительного времени в основном чисто инженерным процессом, где прогресс обеспечивался опытом, интуицией, изобретательством, но не достижениями науки.

Формировавшаяся во второй половине XIX в. как самостоятельное направление наука о машинах еще не дифференцировала парк машин по степени их автоматизации. Ее первичной задачей было выявление и осмысление наиболее общих закономерностей построения и функционирования рабочих процессов, механизмов и устройств машины в целом.

Так, академик А. В. Гадолин, указав на необходимость создания науки о металлорежущих станках, разработал теорию построения рядов числа оборотов по геометрической прогрессии, что и в настоящее время принято во всем мире при расчете приводов станков. Профессор И. А. Тиме явился основоположником теории резания. Выдающийся вклад в становление отечественной науки о машинах внесли академик П. Л. Чебышев — основоположник школы теории механизмов и машин, профессора П. К. Худяков, А. И. Сидоров, Л. В. Ассур и многие другие.

Даже в 20-х годах XX в. было ясно, что наука о машинах развивалась по нескольким направлениям, недостаточно связанным между собой.

Наибольшее развитие получила теория механизмов и машин, которая длительное время занималась главным образом поиском методов кинематического и динамического анализа и синтеза многозвенных механизмов. Параллельно развивалась наука о резании металлов, основной задачей которой явились экспериментальные исследования силовых и стойкостных зависимостей при различных методах и условиях обработки. С ними было взаимосвязано развитие теорий прочности, сопротивления материалов и деталей машин.

Такое положение во многом было обусловлено тем, что на ранних стадиях технического прогресса конструктивные и компоновочные решения неавтоматизированных машин совершенствовались довольно медленно.

Даже и сейчас все универсальные токарные станки похожи друг на друга: горизонтальная ось, шпиндельная бабка — слева от рабочего, сложный суппорт с переме-

щением по двум координатам, коробка скоростей и коробка подач для изменения режимов и т. д. Это объясняется тем, что на протяжении многих десятилетий конструктивно-компоновочные решения универсальных неавтоматических машин складывались и обрабатывались из условий наилучшего функционирования системы человек — машина, применительно к возможностям человека как непосредственного участника технологического процесса. Возможности человека в значительной степени определили и количество выпускаемой продукции — производительность машин. Поэтому основным критерием при конструировании неавтоматизированного оборудования было и остается обеспечение качества обрабатываемых изделий: точности их размеров, шероховатости поверхности и т. д. Это достигается подбором режимов обработки, созданием достаточно прочных и жестких конструкций, что и обеспечивается соответствующими технологическими, прочностными и кинематическими расчетами.

Для автоматизированного технологического оборудования это является столь же необходимым, но совершенно недостаточным.

Выполнение обработки и вспомогательных процессов без непосредственного участия человека «раскрепощает» машины, открывает безграничные творческие перспективы для новых конструктивно-компоновочных решений, не привязанных к ограниченным возможностям человека. Поэтому появление первых металлорежущих автоматов ознаменовало революционные преобразования в конструкции и компоновке, реализации технологических процессов благодаря совмещению операций. Уже первые образцы автоматов фасонно-продольного течения мало походили на технологически идентичные токарные станки, а современные автоматы вообще не имеют одинаковых конструктивных решений с обычными станками. Поэтому развитие автоматостроения неизбежно ставило на повестку дня развитие методов структурного анализа и синтеза не только отдельных механизмов и устройств, но и машин-автоматов в целом.

Целевая функция любых направлений и форм автоматизации производственных процессов прежде всего повышение производительности (количества выпускаемой продукции), качества изделий, сокращение количества

рабочих, занятых обслуживанием машин, и в конечном итоге получение экономического эффекта по сравнению с неавтоматизированным производством. Поэтому критерии качества изделий, технологические, прочностные и кинематические расчеты как обоснование проектных и эксплуатационных решений становились недостаточными, были нужны новые критерии, новые методологические идеи, новый подход к решению задач проектирования и эксплуатации.

Таким образом, развитие автоматостроения, накопление опыта и его обобщение неминуемо ставили на повестку дня разработку вопросов теории машин-автоматов как самостоятельного научного направления науки о машинах.

### Становление ученого

Годы первой пятилетки явились периодом становления и бурного развития отечественного станкостроения.

В решениях XVI партийной конференции (1929) была поставлена задача превратить станкостроение из «узкого места» индустриализации в мощную техническую базу перевооружения и развития всего машиностроения. В соответствии с этим Президиум ВСНХ СССР в 1930 г. принял специальное постановление о форсировании развития станкостроения. На основе объединения станкостроительного и инструментального трестов было создано Всесоюзное объединение станкоинструментальной промышленности — «Союзглавстанкоинструмент», преобразованное впоследствии (1941) в Народный Комиссариат станкостроения СССР. В 1931 г. в Москве был организован Научно-исследовательский институт станков и инструментов (НИИСТИ), который в 1933 г. после слияния с ЦКБ по станкостроению был преобразован в Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС) с экспериментальным заводом «Станкоконструкция». Уже в 1932 г. были введены в действие новые специализированные заводы, строительство которых было намечено первым пятилетним планом: Московский завод им. С. Орджоникидзе, Горьковский завод фрезерных станков, московский завод «Калибр», московский завод «Фрезер» и др. В стране началось изготовление абразивного инструмента.



В начале 30-х годов в отечественную науку на смену специалистам старой, дореволюционной формации начали приходить молодые исследователи, воспитанники советской высшей школы, среди которых было немало бывших рабфаковцев. И не случайно, что на 30-е годы падает расцвет многих направлений науки о машинах.

Именно в эти годы, например, трудами В. М. Кована, А. Б. Яхина, А. П. Соколовского, Б. С. Балакшина и многих других были созданы и сформулированы научные основы технологии машиностроения. На эти годы приходится начало творческой деятельности выдающегося советского ученого — академика И. И. Артоболевского, выпускника Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, виднейшего организатора советской школы теории механизмов и машин. В этот период И. И. Артоболевский выполнил обобщающие работы по теории пространственных механизмов, кинестатике, структуре и классификации механизмов машин.

В начале 30-х годов начали создаваться теория машин автоматического действия, научно-теоретические основы автоматизации производственных процессов.

Следует отметить, что в те времена очень немногие специалисты понимали необходимость и неизбежность автоматизации производства как направления технического прогресса.

Автоматов и полуавтоматов на заводах было очень мало — согласно данным Всесоюзной переписи оборудования (1932), их удельный вес на предприятиях достигал лишь 1,9% общего количества станков. Даже в массовом поточном производстве, наиболее благоприятном для автоматизации, автоматы и полуавтоматы составляли лишь 6,4% (4,6% — одношпиндельные, 1,8% — многошпиндельные).

Автоматизация в те времена рассматривалась только с точки зрения высвобождения человека от выполнения операций обслуживания машин. Однако внедрение автоматов требовало наличия высокообразованных по тогдашним временам кадров рабочих-наладчиков, а именно в этом ощущался наибольший дефицит. Поэтому существовало мнение, что нужно ориентироваться на простейшее по конструкции и обслуживанию оборудование, а не-

обходимые темпы развития обеспечивать прежде всего за счет увеличения выпуска станков, их рационального использования, трудового энтузиазма рабочих.

И тем не менее интерес к вопросам автоматостроения возрастал. В 1931 г. в Ленинградском политехническом институте была создана первая в СССР кафедра машин-автоматов под руководством С. В. Вяхирева. Появляются первые работы Г. М. Головина, С. В. Вяхирева, А. П. Иванова и других авторов, посвященные анализу кинематики и механизмов автоматов. В числе этих авторов был и молодой инженер, выпускник МВТУ Григор Шаумян. В 1930 г. он получил диплом инженера и был оставлен в МВТУ при вновь организованной кафедре «Металлорежущие станки», основателем и первым руководителем которой был замечательный ученый и педагог профессор Г. М. Головин.

Еще на студенческой скамье Г. А. Шаумян увлекся вопросами автоматостроения. Он штудировал немногочисленную в то время литературу, изучал конструкции машин-автоматов, работавших на предприятиях, сам пытался изобретать всевозможные автоматические механизмы и устройства.

В те годы советского автоматостроения практически не существовало — лишь в 1933 г. были выпущены первые отечественные одношпиндельные автоматы, в 1939 г. — многошпиндельные. Г. А. Шаумян поступает работать по совместительству инженером в институт «Оргметалл», через который проходили в то время образцы импортного технологического оборудования, в том числе все полуавтоматы и автоматы. День за днем, месяц за месяцем проводит он в лабораториях института, в цехах предприятий, изучая конструкцию и компоновку различных типов автоматов, делая десятки и сотни эскизов механизмов привода, управления, суппортов; загрузочных, зажимных и поворотных устройств. Вечерами, засиживаясь далеко за полночь, он изучает все известные, главным образом иностранные, публикации по металлорежущим автоматам. Уже здесь, на самых ранних этапах инженерной деятельности, проявились в полной мере такие черты его природного дарования и характера, как аналитический образ мышления, редкая способность сопоставлять и сравнивать, делать далеко идущие обобщения, видеть противоречия в процессах развития, осозна-

вать парадоксальность ситуаций там, где другие не видели ничего противоестественного.

Литература по автоматостроению в то время (к 1932 г. Шаумян занес в тщательно составленный каталог не более 70 наименований) носила чисто описательный характер. Это были главным образом полурекламные описания различных конструкций автоматов и полуавтоматов, реже простейшие расчеты их кинематики и механизмов, рекомендации по рациональному использованию. Типичным примером служила изданная в 20-х годах в Германии книга Р. Келле «Автоматы», где с чисто немецкой добросовестностью и пунктуальностью автор систематизировал и описал конструкции почти всех известных тогда полуавтоматов и автоматов, с большим количеством иллюстраций: общих видов станков, чертежей механизмов и устройств, кинематических схем. В том же плане были выполнены работы М. Кроненберга, Е. Штейнбаха, Г. Вуттиха и др. Лишь в немногих работах (Х. Вера, Р. Кестнера, Х. Бауера) делались попытки сравнительно-конструктивного анализа и сопоставления технических решений. К тому времени для этого накопился довольно обширный материал: только в США к началу 30-х годов автоматы и полуавтоматы выпускались в 17 ведущих станкостроительных фирмах.

Однако молодого исследователя такие работы уже не удовлетворяли. Это были хорошо проработанные фотографии существующего состояния, отражающие статику автоматостроения, а ему требовалась динамика. Многие месяцы, проведенные за изучением автоматов в «Оргметалле», показали ему, что автоматы не просто многовариантны — их конструктивно-компоновочные решения непрерывно развиваются. Шаумяна особенно заинтересовали токарные многошпиндельные автоматы, наиболее сложные и совершенные по тому времени. Иногда их развитие напоминало ему сюжет приключенческого романа с хитроумной завязкой, ловкими сюжетными ходами, комическими и драматическими эпизодами, неожиданными концовками. Например, история продольного суппорта.

Первые многошпиндельные автоматы, построенные фирмой «Асте», вели свое начало от токарно-револьверных автоматов с горизонтальной осью головки. Вначале они сохраняли их компоновку, правда, в шпиндельной бабке вместо одного шпинделя появился целый блок шпинде-

лей с периодическим поворотом, а револьверная головка (название сохранялось долгое время), потеряв движение поворота, превратилась в продольный суппорт с возвратно-поступательными перемещениями всех осевых инструментов.

Но то, что было приемлемо для одношпиндельных автоматов, оказалось непригодным для многошпиндельных: направляющие продольного суппорта обеспечивали базирование инструментов и одновременно воспринимали все нагрузки от усилий резания и силы тяжести суппорта. Нижняя компоновка суппорта приводила к тому, что на нижней направляющей скапливались и стружка, и грязь, что приводило к быстрому износу, низкой долговечности, ухудшению жесткости и точности обработки. С целью уменьшить нагрузку на направляющие фирма «Cone» решила разделить осевые инструменты.

На нижнем продольном суппорте остались только инструменты нижних позиций, а верхние инструменты базировались уже на приспособлениях, которые перемещались по направляющим верхней траверсы, связывающей обе стойки автомата в единую рамную конструкцию. Нагрузка на нижнюю направляющую уменьшилась, долговечность возросла, но не настолько, чтобы считать проблему решенной.

В этой связи фирма «Gildemeister» предложила оригинальную конструкцию «вечного» висячего суппорта, который перемещался по направляющим верхней траверсы, имеющим две поверхности: плоскую верхнюю и V-образную нижнюю. Таким образом, несущая и базирующая поверхности оказались разделенными. Верхняя плоскость направляющей стала только несущей, она принимала вес суппорта, неизбежно изнашивалась, но не была базирующей, ее роль выполняла нижняя V-образная поверхность. Как только в результате износа верхней плоскости суппорт опускался, его подтягивали вверх до соприкосновения базовых поверхностей, которые оставались неизменными.

Замысел был оригинальным и автоматам создали шумную рекламу. Но спустя несколько лет идея «двух поверхностей» потерпела крах — в ней не был учтен неравномерный износ направляющих по длине! Оказалось, что суппортный узел из-за неравномерной толщины направляющих невозможно было отладить. Если зазор в на-

правляющих регулировали в среднем положении, где износ был наибольшим, а толщина направляющей — наименьшая, в крайних точках суппорт заклинивало. При регулировке в крайних положениях — в середине хода суппорта начиналось дробление обрабатываемой поверхности из-за больших зазоров.

Проблема оставалась нерешенной. Как ее решить? В каком направлении развивать конструкции и компоновки автоматов? Как прогнозировать их развитие? Эти и многие другие вопросы волновали Шаумяна. Он все яснее видел необходимость в переходе от конкретного конструктивного анализа, которым занимался до сих пор, к обобщенному структурному, к систематике схемных решений, опирающейся на признаки, наиболее специфичные для автоматов: принцип их действия и характер управления. По какому критерию их сравнивать и что положить в основу количественного анализа? Очевидно, те критерии, которые определяют самое назначение автоматов, целесообразность их создания. Но здесь молодого исследователя ждали новые неясности и сомнения. Считалось, что машины-автоматы и полуавтоматы создаются для того, чтобы избавить человека от тяжелого и монотонного труда в процессе производства, передав «на могучие плечи машин» выполнение тех функций, которые прежде осуществлялись человеком вручную. Однако это ли главное? Почему считается, что автоматизация чуть ли не автоматически облегчает труд человека? Ведь интенсивность труда рабочего-оператора многошпиндельного полуавтомата намного выше, чем токаря универсального станка — последний работает поочередно с машиной. Уменьшать количество рабочих, занятых в производстве, можно по-разному. Можно разработать автоматические механизмы и устройства, которые позволят рабочему обслуживать не один, а два станка — число рабочих сократится вдвое. Но можно создать машину-автомат, равную по производительности десяти обычным станкам. Пусть даже ее по-прежнему обслуживает один человек — он заменяет теперь десятерых!!!

Постепенно в сознании Шаумяна зарождался, формировался и укреплялся тезис, который стал едва ли не важнейшим во всей его дальнейшей научной и инженерной деятельности: *вытеснение ручного труда не главное в автоматизации. Автоматизация — это могучее средство*

*увеличения производственных возможностей человека, прежде всего возможностей увеличения выпуска продукции и повышения ее качества.*

В одной из первых статей этот тезис трактуется следующим образом: «Высокие темпы производства требуют машин, обеспечивающих необходимый производственный ритм. Обеспечение этого ритма путем простого увеличения одинаковых по качеству машин имеет свои пределы. Развитие массового и крупносерийного производства порождает новые требования, которые могут удовлетворять лишь высокопроизводительные машины. Во всех тех случаях, когда заданный технологический процесс обработки на данной машине предопределяет пределы повышения производительности машины, имеет место или многократное увеличение числа машин, или построение *новой высокопроизводительной машины*»<sup>1</sup>.

Много лет спустя, выступая на Международном семинаре студентов технических учебных заведений, организованном в рамках Всемирного фестиваля молодежи и студентов в Москве (1957), Г. А. Шаумян говорил:

«Машины будущего — это машины качественно, принципиально новые. От них мы прежде всего ждем высшей производительности, экономичности, максимального облегчения труда. Это значит, что машины должны быть долговечными, надежными, занимать предельно малые производственные площади, мало весить, обладать высшей технологичностью.

Высшей техники нет без изобретений, открытий, опирающихся на достижения науки, без смелой конструкторской мысли, дерзания, мечты. Чем скорее мы сумеем преодолеть силу инерции привычки, чем больше будет новаторства, поисков, творческого беспокойства, тем скорее машины будущего станут машинами настоящего.

Характерным для современной стадии автоматизации и перспектив ее развития является не только освобождение человека от обслуживания машин, находящихся на современном техническом уровне, но и создание таких прогрессивных процессов и такой производительной тех-

---

<sup>1</sup> Шаумян Г. А. Высокопроизводительные рабочие машины. — Социалистическая реконструкция и наука, 1935, № 4, с. 15.



Г. А. Шаумян —  
инженер, 1932 г.

ники, которые вообще немислимы, если бы человек оставался участником технологического процесса в прежней роли.

Автоматическая система машин таит в себе мощь тысяч рук, которая раньше была рассеяна в сотнях отдельных машин, а еще раньше — в тысячах ручных операций.

Если в эпоху мануфактуры рабочий выглядел одиноким солдатом, то тот же рабочий у токарного автомата — это командир взвода. Тот же рабочий, в руках которого автоматическая линия или цех — это полководец, командующий огромной армией. Человек все больше и больше поднимается на ступень подлинного творца и хозяина новой техники. Его роль в тысячу раз более ответственна, чем у обычного рабочего. Вот почему следует много внимания уделять проблеме подготовки высококвалифицированных кадров рабочих-наладчиков, механиков, инженеров-конструкторов и эксплуатационников автоматических систем машин».

Но вернемся к началу инженерной деятельности Г. А. Шаумяна. Как видим, он уже тогда пришел к важ-

ному для себя выводу, что инструментом сравнительного анализа автоматов и прогнозирования их развития должна стать оценка по производительности. И критерии, и методику этой оценки ему пришлось разрабатывать по существу заново, причем в течение длительного времени в одиночку.

В те времена, в эпоху неавтоматизированного производства, никаких теоретических разработок по производительности не существовало. Нормы выработки (требуемый уровень производительности) определялись по справочным данным исходя из рекомендуемых режимов обработки на станке (машинное время) и возможностей рабочего (вспомогательное время). Время технического обслуживания (замены инструментов, уборка и очистка станка, его переналадка) также учитывалось укрупненно, как процент по отношению к оперативному времени.

Такая прикладная методика соответствовала условиям работы универсальных станков, где машина имела лишь технологические механизмы и поэтому выполняла лишь операции обработки в течение времени, которое так и называлось «машинным». Все остальное время, пока ставились и закреплялись детали, подводились и устанавливались на глубину инструменты и т. д., станок по существу простаивал, поскольку не имел соответствующих механизмов. В такие моменты человек «помогал» станку. Нормативы времени этой «помощи», а следовательно, и нормы выработки, зависели преимущественно от человека, его возможностей и квалификации. Здесь все было логично. Недаром такая система нормирования и подсчета штучного времени сохранилась до сих пор.

Но ведь в автоматах нет «немашинного времени», наличие полного комплекта механизмов холостых ходов и управления исключает необходимость «вспомоществования» со стороны рабочего. В этом случае конструкция и компоновка машины не определяются более ограниченными возможностями человека, появляются широкие перспективы совмещения операций, многоинструментной обработки, высокого быстродействия при выполнении холостых ходов. Именно в этих технологических и конструктивных факторах — залог высокой производительности автоматизированного технологического оборудования. Следовательно, необходимы были критерии и методы оценки производительности, которые позволяли бы



выражать ее прежде всего как функцию технологических и конструктивных характеристик машины.

Такие критерии, впрочем, существовали и даже были общепринятыми. В те времена производительность металлорежущих станков любых типов, с любой степенью автоматизации оценивали количеством или объемом стружки, снимаемой в единицу времени. Расчеты производились по формулам «стружечной производительности»  $Q = vst\gamma$ , где  $v$  — скорость резания;  $s$  — подача в миллиметрах на оборот;  $t$  — глубина резания;  $\gamma$  — удельный вес обрабатываемого материала; произведение  $vst$  определяло объем металла, переводимого в стружку на данном станке в единицу времени.

С первого взгляда все казалось логичным и естественным: металлорежущий станок — это машина для формообразования изделий путем снятия стружки. «Стружечная производительность» является функцией и технологических режимов ( $v$ ,  $s$ ), и конструкции станка, его жесткости и мощности (возможные сечения снимаемой стружки  $t$ ), чем больше станок может снять стружки в единицу времени, тем он современнее.

Такая трактовка могла удовлетворить кого угодно, только не Г. А. Шаумяна. Ведь всякий количественный показатель, критерий оценки должен указывать пути развития и совершенствования машин. Что дает, например, повышение скорости резания  $v$ ? С точки зрения «стружечной производительности» — только выгоду, пропорциональное увеличение  $Q$  без каких-либо ограничений. Но известно, что на производстве так не бывает. Если слишком завянуть режимы резания, стойкость инструмента катастрофически падает, а реальная отдача станка может быть сведена почти к нулю, потому что станок почти непрерывно будет простаивать для замены и регулировки инструмента.

А как объяснить характерную для автоматов тенденцию к сокращению времени подвода—отвода суппортов, поворота шпиндельного блока и т. д. путем переключения распределительного вала на быстрое вращение в момент, когда закончена обработка? С точки зрения «стружечной производительности» опять-таки ничего не меняется. Но при этом сокращаются паузы между операциями технологического процесса, интенсифицируется обработка, количество обработанных деталей увеличива-

ется. Да и количество стружки, снятой на станке, например, за час, если ее взвесить, окажется больше — вопреки формуле.

Наконец, на что нацеливает производственников критерий «стружечной производительности» — на обработку заготовок с минимальными припусками или максимальными? Безусловно, на последнее — для получения максимального объема снятой стружки всегда выгоднее брать заготовки помассивнее, а детали изготавливать из них поменьше.

Следовательно, важнейшим критерием производительности машин является количество той продукции, ради производства которой собственно и создается машина. Отсюда следует вывод: *производительность машины есть количество годной продукции, выдаваемой в единицу времени.* Для машиностроения характерна штучная продукция, отсюда необходимость замены критерия «стружечной производительности» «штучной производительностью». Так, постепенно, в поисках и сомнениях, формировалась научно-методическая основа теории производительности.

Таким образом, уже на ранних стадиях научно-инженерной деятельности Г. А. Шаумяна проявились его самобытность мышления, неповторимое видение основных проблем развития отрасли и путей их решения. Именно тогда уже выработывалась особенность творческого метода ученого: постоянный поиск противоречий в существующем состоянии, тщательное и кропотливое противопоставление положительных и отрицательных сторон, достоинств и недостатков, стремление к доведению собственных выводов до предельно ясных, доступных и убедительных форм, где он умел удивительно верно находить образные сравнения, тонко чувствуя грань между доступностью и вульгаризацией.

Любопытно, что, когда Г. А. Шаумян «ринулся в бой», утверждая и отстаивая свои положения, наиболее сильным его аргументом против «стружечной производительности» было: «Кому же придет в голову оценивать продуктивность коровы количеством навоза?!»

Примером образности мышления, восприятия и изложения может служить и приведенный выше отрывок из выступления на Всемирном фестивале молодежи и студентов.

Общение со студентами вообще давало Г. А. Шаумяну очень многое. Воспитанный на лучших традициях советской инженерной школы, он перенял у своих учителей стремление апробировать все то новое и ценное, что появлялось в процессе творческого поиска, прежде всего перед студентами. Шаумян любил повторять, что большие ученые часто не понимают друг друга вследствие несовпадения индивидуальностей, устоявшихся представлений, а во многих случаях и возрастной потери остроты понимания новизны. «Если меня не понимают академики, — говорил он, — виноваты либо я, либо они, либо мы вместе. Но если меня не поняли студенты — значит виноват я. Значит то, в чем я их пытался убедить, еще не до конца осознано, выстрадано, доведено до ясности мной самим. Истина, которую я до конца осознал и прочувствовал для себя, которая созрела полностью в моем сознании, должна легко и просто быть излагаема другим, иначе она еще не созрела или не есть истина».

Уже через два года после окончания института, в 1932 г., он начинает читать в МВТУ курс «Автоматы», с самого начала строя его не на описательной основе, хотя фактического материала у молодого лектора было более чем достаточно. В основу курса легли попытки автора, сначала робкие и неуверенные, определить и сформулировать научно-теоретическую основу автоматизации, тенденции и закономерности автоматостроения. И в этих первых выступлениях перед студенческой и инженерной аудиториями появилась еще одна черта, без которой нельзя себе представить Шаумяна-ученого, которая помогла ему впоследствии достичь высот науки, — полемичность. Он мог «доводить», оттачивать, доказывать самому себе те или иные положения только в споре — с кем угодно и когда угодно, зачастую сознательно стимулируя споры и дискуссии. Поэтому обычно любая аудитория, где выступал Г. А. Шаумян, делилась на две части: его сторонников и противников, равнодушных и нейтральных не оставалось.

Еще до того, как новые положения и выводы молодого исследователя стали известны широкому кругу, произошла встреча, которая, по словам Г. А. Шаумяна, оказала сильнейшее влияние на его творческую деятельность.

Однажды в Москве был объявлен конкурс на лучшую научно-техническую работу по автоматизации. Шаумян

не мог не откликнуться. Он послал на конкурс статью, которой заинтересовался нарком тяжелой промышленности (включаящей и станкостроение) Серго Орджоникидзе, пожелавший встретиться с автором. «А мне казалось, что Вы пожилой, — удивился при встрече Орджоникидзе. — А Вы совсем еще юноша! Но в высказываниях Ваших чувствуется зрелость... согласен — нужно обязательно вводить автоматические линии. А не боитесь?» И он хитро сощурился...

Вскоре по личному распоряжению С. Орджоникидзе молодому инженеру предоставили трехкомнатную квартиру в новом доме (по Анапьевскому переулку — около Колхозной площади), который был построен в основном для зарубежных специалистов, приглашенных на временную работу в СССР. В этой квартире Г. А. Шаумян прожил до конца своей жизни. И через всю свою жизнь он пронес воспоминания о встречах с «железным наркомом», поддерживавшим его на раннем периоде деятельности. Много лет спустя, завершив главный труд своей жизни — книгу «Автоматы», Г. А. Шаумян написал на титульном листе: «Посвящается светлой памяти Серго Орджоникидзе».

В 1932 г., спустя два года после окончания института, Шаумян опубликовал в газете «Техника» свою первую печатную работу «Теория станков и законы управления автоматным парком», где попытался обобщить свои взгляды на развитие автоматостроения. А еще через год в № 10 журнала «Социалистическая реконструкция и наука» была напечатана первая его статья теоретического плана со смелым названием «Закон производительности рабочих машин».

В ней он впервые выразил штучную производительность как функцию не только режимов, но конструктивных характеристик станка и его надежности в работе. Шаумян привел и математическое выражение закона производительности

$$Q = \frac{K}{Kt_x + 1} = K\eta,$$

где  $Q$  — производительность машины как количество продукции в единицу времени;  $K$  — технологический фактор — фиктивная производительность<sup>2</sup> машины (без учета по-

<sup>2</sup> Здесь и далее сохранена первичная терминология первых печатных работ Шаумяна.

терь на холостые ходы цикла);  $t_x$  — время холостого хода рабочего цикла и  $\eta$  — коэффициент производительности.

«Повышение производительности машины, — писал он, — возможно за счет как технологического фактора ( $K$ ), так и коэффициента производительности ( $\eta$ ), который в свою очередь зависит от  $K$ , следовательно, то или иное повышение технологического фактора будет вести к ощутительному повышению производительности лишь при определенных значениях времени  $t_x$ ».

Формулами, графиками, их интерпретацией Шаумян убедительно доказывал, что никакое совершенствование технологии не может быть эффективным без революционного преобразования конструкций и компоновок машин, ибо производительность при этом в лучшем случае «стремится» к некоторому пределу, который зависит только от длительности холостых ходов. В самом деле, если, например, повышать режимы обработки, конструктивно не видоизменяя машину, то длительность подачи и закрепления изделий, подвода и отвода инструментов, открепления, съема изделия и т. п. не меняется; в результате время обработки в рабочем цикле «может сделаться исчезающе малым».

Парадоксальный вывод — чем интенсивнее технологический процесс, тем меньше он влияет на производительность машины! Но это при условии, что конструкция самой машины не меняется или меняется только в части повышения мощности двигателя, прочности и жесткости силовых узлов. Для того чтобы применение новых технологических методов и режимов обработки было высокоэффективным, необходимо одновременно предусматривать комплекс мероприятий по сокращению холостых ходов, начиная с простейших: введение быстрозажимных патронов, механизмов быстрого подвода суппортов и пр. И самое радикальное средство сокращения холостых ходов — это автоматизация машин.

Указанную закономерность развития рабочих машин Шаумян иллюстрировал диаграммой, приведенной на рис. 1. Здесь по горизонтали отложена технологическая производительность  $K$  — величина, обратная длительности обработки, характеристика совершенства технологического процесса; по вертикали — производительность машин  $Q$ , рассчитанная по предыдущей формуле; каждая кривая

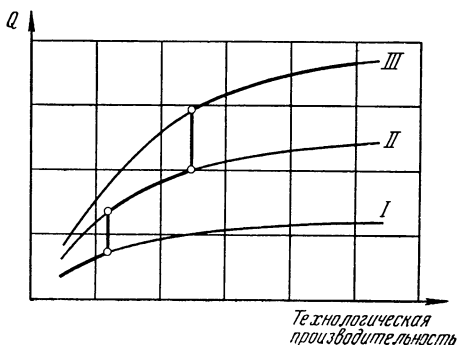


Рис. 1. График эволюции развития рабочих машин (по Г. А. Шаумяну)

соответствует машинам (I, II, III) с переменной длительностью обработки и стабильными холостыми ходами.

Всякий раз, когда та или иная машина (например, I) исчерпывает свои возможности и дальнейшее совершенствование технологического процесса становится неэффективным (производительность не повысится), на смену ей приходит новая машина (II), с более высокой степенью автоматизации, с меньшими холостыми ходами. Это дает толчок дальнейшему развитию технологии до тех пор, пока и эта машина себя не исчерпывает. И тогда ее заменит новейшая машина (III) и т. д. Таким образом, периоды совершенствования технологии неизбежно чередуются с периодами революционного преобразования конструкций и компоновок машин — в этом диалектика их развития.

Разумеется, эти формулы выводов сложились у Шаумяна не сразу, а отрабатывались постепенно, в процессе деятельности. Но главное было сделано. Молодой ученый показал, что автоматизация производства, создание и массовое внедрение полуавтоматов и автоматов есть неизбежный этап развития техники, который диктуется не только ростом масштабов производства, но и развитием технологии, реализацией ее потенциальных возможностей. Следует добавить, что эти выводы были сделаны в то время, когда еще не было выпущено ни одного образца полуавтомата или автомата отечественного производства!

Первые работы Г. А. Шаумяна содержали решение еще одной задачи, которое оказало огромное влияние на все последующее развитие теории машин-автоматов. Речь идет об учете влияния простейших машин на их производи-

тельность. До сих пор производительность оценивалась только по тем периодам времени, когда машина работала («стружечная производительность» абстрагировалась даже от холостых ходов цикла). Но простои машин тоже влияют на производительность: чем они продолжительнее, тем меньше выпущено продукции за тот же период времени (рабочая смена, сутки, месяц, год).

Шаумян первым доказал необходимость учета и количественной оценки простоев прежде всего там, где они функционально связаны с конструкцией и эксплуатацией машины. Так, при функционировании машины неизбежны простои для смены и регулировки инструментов; ремонта, наладки, устранения неполадок механизмов и устройств; уборки и очистки станков, профилактических осмотров и пр. Правда, эти затраты формально учитывались путем умножения штучного времени на различные коэффициенты. Исследуя функционирование машин, Шаумян понял, что так делать нельзя, — как правило, уменьшение длительности цикла приводит не к уменьшению, а к росту простоев машины. Например, интенсификация режимов обработки и сокращение ее длительности всегда вызывают рост простоев для смены и регулировки инструментов; конструктивное усложнение станков неизбежно связано с увеличением простоев для ремонта и регулировки механизмов и т. д. Следовательно, внецикловые простои необходимо не защифровать нормативными коэффициентами, а дифференцировать по видам и причинам возникновения.

Одновременно Шаумян разработал простейший и наглядный способ учета влияния простоев на производительность машин — для этого достаточно привести простои к единому масштабу, например к единице выпущенной продукции<sup>3</sup>. Этот параметр получил название — внецикловые потери  $\Sigma t_n$  [мин / шт.].

При бесперебойной работе производительность определяется только длительностью рабочего цикла  $Q_n = 1/T$ . Для оценки фактической производительности к длительности цикла  $T$  достаточно прибавить величину внецикло-

---

<sup>3</sup> Много позже А. П. Владзиевский предложил другую форму, при которой простои относились к единице времени бесперебойной работы.

вых потерь  $\Sigma t_n$ ;  $Q = \frac{1}{T + \Sigma t_n}$ . Отличие заключалось в том, что длительность рабочего цикла — конкретная величина, регламентированная затратой времени при каждом рабочем цикле, а величина  $\Sigma t_n$  по своей природе — величина случайная.

$\Sigma t_n = \Sigma \Theta_n / z$ , где  $\Sigma \Theta_n$  — суммарные простои машины за некоторый период времени (смена, сутки, неделя и т. д.);  $z$  — количество изделий, выданных машиной за тот же период. Численно величина внецикловых потерь должна определяться путем длительных наблюдений. Внецикловые потери стали одним из важнейших параметров теории производительности.

Таковы результаты, изложенные Шаумяном в его первых работах по теории производительности, в первую очередь в статье «Закон производительности рабочих машин». Интересно, что ни в этой, ни в последующих публикациях он так и не дал словесной формулировки того, что он называл «законом производительности», последнее неоднократно подчеркивалось его оппонентами на дискуссиях. Только много позже, в лекционных курсах, он сформулировал его в следующем виде: «Закон производительности рабочих машин заключается в том, что интенсифицируются технологические процессы и сокращаются все виды потерь, в том числе порожденные самой интенсификацией».

Публикации Шаумяна, относящиеся к началу его научной деятельности (1932—1935), в основном содержали разработку научно-методологических основ теории производительности (основные понятия и определения, критерии оценки, их взаимосвязь, методы расчета численных значений и т. д.). Тем самым он создал необходимые предпосылки для перехода к новой ступени развития теории производительности — ее фундаментальному направлению, включающему в первую очередь количественный структурный анализ рабочей машины, раскрытие и исследование закономерностей построения и развития машин-автоматов методами и критериями теории производительности.

Первой публикацией в этой области явилась статья «Высокопроизводительные рабочие машины»<sup>4</sup>. Повторяя

<sup>4</sup> Социалистическая реконструкция и наука, 1935, № 4.



исходные положения теории производительности, Шаумян использует их для сравнительного анализа трех основных структурных групп оборудования: независимо работающих однопозиционных машин; машин последовательного действия; машин параллельного действия<sup>5</sup>. Анализируя производительность всех этих структурных вариантов построения машин, Шаумян считал важнейшим варьируемым параметром число их позиций.

Шаумян впервые доказал, что важнейшие типы многопозиционных машин (последовательного, параллельного, последовательно-параллельного действия) различаются не только принципами построения, но и закономерностями развития, связанными с увеличением числа позиций. В машинах параллельного действия увеличение позиций приводит к монотонному, но асимптотическому увеличению производительности, которая стремится к некоторому пределу, зависящему только от уровня надежности в работе механизмов и устройств. В машинах последовательного действия эта зависимость носит экстремальный характер — с увеличением числа позиций производительность машины сначала растет, а затем резко падает. Шаумян вывел формулы расчета наивыгоднейшего по производительности числа позиций. Оказалось, что оно зависит лишь от двух факторов: общей длительности обработки и надежности механизмов и устройств автоматов. Чем выше надежность конструкции, тем с большим числом позиций можно строить полуавтоматы и автоматы.

Статья завершалась анализом конкретных конструкций известных автоматов и полуавтоматов.

Приведем выдержки из этой статьи, иллюстрирующие стиль изложения научной работы, свойственный Г. А. Шаумяну:

«Желая производить определенное количество деталей в единицу времени, мы можем установить некоторое количество одинаковых рабочих машин с точно одинаковой выполняемой ими работой. В этом случае мы будем иметь *группу машин*, количество которых должно будет соответствовать требуемой производительности. . .

Очевидно, в зависимости от заданного производственного ритма количество машин может чрезвычайно расти,

<sup>5</sup> Здесь и в дальнейших публикациях Шаумян применял термины «последовательное и параллельное агрегатирование», которые не утвердились в научно-технической литературе.

и тогда, учитывая их стоимость, обслуживание и занимаемую площадь, такое может оказаться нерентабельным...

Такого же производительного ритма мы можем достигнуть путем *параллельного* агрегатирования. Представим себе систему рабочей машины, состоящую из отдельных агрегатов, как бы отдельных рабочих машин, где на едином основании — станине — параллельно установленные исполнительные механизмы параллельно производят одинаковую работу, питаются от одного передаточного механизма и имея единое управление. Очевидно, что конструктивное оформление такой машины в зависимости от ее назначения и от условий рентабельности будет различно...

В отличие от указанного принципа рассмотрим последовательное агрегатирование. Положим, что обрабатываемый материал для окончательной обработки требует ряда операций, производство коих осуществляется последовательно, путем периодического перемещения обрабатываемого материала по рабочим местам».

Как видим, уже тогда начинающий ученый мог писать о сложных категориях понятно и доступно.

Необходимо отметить, что работы Шаумяна, относящиеся к первой половине 30-х годов, — это плод не только его чисто научной, но и инженерной деятельности. В 1932 г. при его участии в НИИСТИ (ныне ЭНИМС) организуется лаборатория автоматов, которую Шаумян возглавлял (работая по совместительству) с 1932 по 1939 г. Ученый принимал непосредственное участие и в разработке первого в СССР типажа полуавтоматов и автоматов.

Как известно, в середине 30-х годов в нашей стране заметно возросло производство полуавтоматов и автоматов. Если в 1934 г. было выпущено только 900 единиц, то уже в 1935 г. — 1500, а в 1936 г. — 2500. Как правило, это были станки, воспроизводившие конструктивные решения известных зарубежных станкостроительных фирм. В то время это было оправдано, однако бессистемность конструирования и выпуска неизбежно создавала для предприятий, эксплуатировавших это оборудование, значительные трудности не только в наладке и освоении, но прежде всего при ремонте и модернизации. Появилось большое количество «диких» конструкций автоматов, создаваемых различными предприятиями, которые, как

правило, имели высокую стоимость и низкую надежность в работе.

В основу первого отечественного типажа автоматов и полуавтоматов легли два основных принципа: классификация оборудования по виду работ (многолезцовые, револьверные, фасонно-отрезные и пр.) и размерные ряды. В соответствии с этими принципами в типаже предусматривался выпуск различных типов токарных полуавтоматов и автоматов: многолезцовых, фасонно-отрезных, фасонно-продольных, револьверных, многошпиндельных последовательного действия горизонтального и вертикального типа и т. п. Каждый тип имел несколько моделей, отличающихся максимальным диаметром обрабатываемых изделий. Так, намечалось создать на единой конструктивной базе четыре модели токарно-револьверных автоматов для обработки пруткового материала, диаметром до 12 мм (тип 1112), 12—18 мм (тип 1118), 18—24 мм (тип 1124), 24—36 мм (тип 1136). Типаж предусматривал и выпуск полуавтоматов и автоматов на единой базе, например 1261П — полуавтомат, 1261М — автомат с широкой унификацией узлов.

В 1936 г. Г. А. Шаумян защитил в МВТУ кандидатскую диссертацию на тему «Обоснование и выбор типов полуавтоматов и автоматов для производства в СССР». Принципы, положенные в основу первого советского типажа полуавтоматов и автоматов, сохранились в основном и до настоящего времени.

Во второй половине 30-х годов Шаумян, работая в ЭНИМСе, занимается проектированием новых станков, механизмов и устройств. Эти занятия явились толчком к его прикладным научным разработкам. Под руководством ученого начались широкие исследования использования станков на заводах, анализ способов их эксплуатации, методов многостаночного обслуживания автоматизированного оборудования.

Тем самым закладывались основы прикладного направления теории производительности и в первую очередь разработки методов решения конкретных задач проектирования и эксплуатации машин с позиций обеспечения их высокой производительности. В этой связи представляют интерес и на сегодняшний день работы Шаумяна по расчету и конструированию кулачковых и зажимных механизмов автоматов.

Анализ и синтез кулачковых механизмов издавна считались одной из традиционных задач теории механизмов и машин. Однако предметом исследования долгое время являлось главным образом построение профиля кулачков по заданным параметрам для самых различных схем кулачковых механизмов, без обобщающих методов и выводов.

Г. А. Шаумян сумел подойти к исследованию кулачковых механизмов с принципиально новых позиций. При этом хорошо проявилась индивидуальность его творческого подхода к решению научных и инженерных задач, который характеризовался двумя основными чертами. Во-первых, он рассматривал любую частность с позиции целого, любой элемент с позиции его места в системе и назначения всей системы, ее функций (сейчас такой метод часто называют «системным подходом»), во-вторых, искал в любом явлении противоречивые тенденции (любимый лозунг Шаумяна — «ищи противоречие»).

Все предыдущие исследователи занимались по существу лишь профилированием кулачков на участках рабочих ходов. Но в процессе работы автомата холостые ходы играют не менее важную роль, причем требования к их профилированию носят принципиально иной характер — это быстродействие и надежность при оптимальных габаритах механизма. Закон движения толкателя уже не является технологически заданным и должен лишь обеспечить главное требование — минимальное время холостых ходов. И здесь возникает противоречие между быстродействием автомата (для этого углы давления в кулачковых механизмах должны быть максимальными) и его надежностью (углы давления во избежание заклинивания должны быть небольшими). Чтобы обеспечить нормальную работу автомата, нужно рассчитать оптимальные углы давления и оптимальные габариты.

Методы расчета оптимальных углов давления были определены Шаумяном. Он же предложил номограммы. В процессе исследования ученый устранил и еще одно противоречие работ по изучению кулачковых механизмов. До сих пор каждый их тип изучался отдельно и в результате давались рекомендации с ограниченной областью применения. Шаумян предложил считать эталонной одну из схем кулачковых механизмов. Ученый рассчитал ее, а для всех остальных возможных схем описал метод рас-

чета коэффициентов приведения к эталонной схеме. Это резко упростило расчеты, позволило во всех случаях пользоваться едиными номограммами.

Другими примерами реализации методов прикладной теории производительности могут служить разработанные в эти же годы расчеты зажимных механизмов автоматов, оптимальных режимов резания на автоматах и т. д.

Особенно плодотворным для Шаумяна был 1940 год. Ученый опубликовал около 10 печатных работ, в которых рассматривались вопросы перспектив развития автоматостроения в СССР, рационального использования станков и многостаночного обслуживания, расчета зажимных механизмов и т. д. Результаты большого комплекса исследований по созданию научно-методической основы теории производительности, ее фундаментальному и прикладному направлению лишь только укрепили в Шаумяне мысль: теория производительности должна стать научно-теоретической основой проектирования автоматов, их анализа и синтеза.

В 30-е годы проявилась еще одна характерная особенность Шаумяна как исследователя — он практически никогда не завершал начатые работы, многократно на протяжении многих лет возвращаясь к тем же задачам, развивая и обобщая ранее сделанные выводы. Так, постепенно связывались между собой формулы теории производительности и вариантность конструктивных решений, методы расчета режимов обработки и выбора числа позиций автомата. Все более четко вырисовывались контуры докторской диссертации, посвященной вопросам анализа и синтеза автоматов. Завершить работу над ней ученому помешала война.

С первых дней войны вся научная и практическая деятельность Шаумяна, как и всех советских людей, была подчинена одной цели — все для фронта, все для победы.

Великая Отечественная война нарушила учебный процесс в вузах Москвы, в том числе и в МВТУ. Занятия начались, как всегда, но продолжались они в полной мере только в течение сентября. Многие студенты ушли добровольцами на фронт, другие строили оборонительные сооружения вокруг Москвы. Ушли на фронт и большинство преподавателей. Оставшиеся работали на оборону в мастерских и лабораториях института. МВТУ перестраивалось применительно к военным условиям.

Активно участвует в этой работе и доцент Г. А. Шаумян. Так, уже 10 июля 1941 г. в МВТУ было создано специальное бюро по выполнению военных заказов. Начальником бюро назначили И. С. Пономарева, главным инженером — Г. А. Шаумяна, членом бюро — профессора А. Б. Яхина. Членам бюро предоставлялось право привлекать профессорско-преподавательский состав института для консультаций и непосредственной работы.

Большой опыт по изучению и наладке многочисленных конструкций станков, полуавтоматов, автоматов, накопленный Шаумяном в предвоенные годы, позволил ему оказывать конкретную помощь в решении многих вопросов производства вооружения. Он находил время и силы не только вести напряженную работу в стенах МВТУ, но и выезжать на военные заводы.

Сохранилось задание на командировку Г. А. Шаумяна на один из оборонных заводов с 14 августа по 5 сентября 1941 г. Оно включало десять пунктов: обеспечение работы бригады по созданию станка для правки ствола, наладка автомата «Индекс 24» на новое изделие, консультация по вновь конструируемому операционному станку типа 161-ОП, выявление наиболее актуальных задач по созданию новых типов станков для первоочередных нужд завода и т. д. Шаумян, как это видно из отчета о командировке, не только решил все вопросы, но и поставил новые, продиктованные необходимостью быстрого выполнения военных заказов. При этом ученый, оставаясь верным своему творческому, глубокому подходу к решаемой задаче, предложил много интересных конструктивных решений.

18—20 октября 1941 г. почти весь оставшийся профессорско-преподавательский состав и большая часть студентов МВТУ были эвакуированы в Ижевск. Спустя три недели начались прерванные занятия.

Шаумян — в курсе всех дел, связанных с подготовкой и проведением занятий со студентами в новых условиях. При этом он успешно совмещает педагогическую деятельность с напряженной работой в станкостроительном отделе одного из военных заводов. Здесь проходило проверку прибывавшее на завод эвакуированное оборудование. Во многих случаях оно подвергалось модернизации, автоматизации в целях повышения производительности.

Станкостроительный отдел вел разработку и новых моделей станков. Один из участников этой работы, инженер А. Д. Баррикадный, вспоминает:

«Рабочий день продолжался по существу непрерывно, очень часто почевали на заводе. Инженерам приходилось решать сложные, весьма многообразные вопросы. Оборудование прибывало из многих городов и заводов, необходимо было оперативно (счет шел на часы) его поставить, отладить, одновременно «выжать» из станка наибольший выпуск. И вот в этих условиях ум, знание и опыт Г. А. Шаумяна были чрезвычайно полезны. Так, например, возникла серьезная проблема с фрезерными станками — их не доставало, а детали стрелкового оружия требовали многочисленных фрезерных операций. И Шаумян возглавляет работу по созданию специального фрезерного станка. Изготовление станка в металле шло практически одновременно с проектированием. И такой станок был создан в течение короткого времени».

Шаумян — один из инициаторов создания на базе токарного станка многих станков: строгальных, шлифовальных и пр. Комбинируя узлы, элементы, детали, приспособления, имевшиеся на заводе, Шаумян и его коллеги создавали необходимые станки — в металле и буквально в считанные дни.

Напряженно работая в институте и на военном заводе, Шаумян не прекращает подготовки докторской диссертации «Структура и синтез станков-автоматов». Он успешно защитил ее в 1943 г., когда МВТУ уже возвратилось в Москву.

В отзыве на диссертацию заведующий кафедрой «Станки» МВТУ профессор Я. М. Хаймович писал: «Работу Г. А. Шаумяна следует оценить как выдающуюся работу в области машиностроения. В ней впервые даются научные основы создания рабочих машин-автоматов. Даются законы производительности рабочих машин, указываются пути создания (синтеза) высокопроизводительных многопозиционных станков-автоматов и автоматических линий. Одновременно даются законы использования существующего парка станков-автоматов. Эта работа послужит основой для дальнейшего развертывания советского автоматостроения».

В 1945 г. в связи с победоносным завершением Великой Отечественной войны за большую работу по оказанию

помощи фронту, самоотверженный труд в промышленности доктор технических наук Г. А. Шаумян был награжден орденом Красной Звезды.

В том же году в Издательстве АН СССР вышла первая крупная монография «Методы анализа машин-автоматов» (ч. I. Структурный анализ), написанная Г. А. Шаумяном совместно с членом-корреспондентом АН СССР И. И. Артоболевским, профессорами С. И. Артоболевским и В. А. Юдиным. В ней была предпринята перспективная попытка соединить методы анализа и синтеза элементов машин (И. И. Артоболевский и В. А. Юдин) с методом анализа и синтеза машин как систем (Г. А. Шаумян и С. И. Артоболевский). К сожалению, творческое сотрудничество крупнейших ученых в области машиноведения не приобрело устойчивого характера. Правда, в 1949 г. свет увидела вторая часть монографии — «Кинематический и кинестатический анализ».

В 1946 г. Машгиз (ныне издательство «Машиностроение») выпустил книгу Г. А. Шаумяна «Основы теории проектирования станков-автоматов», которой было суждено сыграть большую роль не только в дальнейшей творческой судьбе ее автора, но и в формировании теории машин-автоматов, научно-теоретической основы автоматизации. В предисловии Шаумян писал: «В настоящей работе освещаются основные вопросы проектирования станков-автоматов и автоматических станочных линий. В основу всего труда положена разработанная автором теория производительности рабочих машин-станков, позволяющая заранее анализировать производительность проектируемой машины и предусматривать как в конструкции, так и в способах ее эксплуатации условия, обеспечивающие реализацию запроектированной производительности. Конструктор получает возможность, основываясь на разработанной теории создания высокопроизводительных станков-автоматов, определить технологическую структуру автомата, оптимальные режимы резания с учетом различных видов потерь, дать всесторонний анализ производительности проектируемой машины, выбрать структурную схему автомата и после нахождения оптимального решения перейти к разработке конструкции автомата (или автоматической станочной линии)».

Книга обобщала результаты 15-летней научной и ин-



женерной деятельности ученого и состояла из шести глав: I. Анализ рабочей машины; II. Фиктивная производительность, режимы резания и производительность станка; III. Технологический процесс как основа для синтеза автомата; IV. Структура автомата; V. Синтез кулачковых механизмов; VI. Пути создания (синтез) высокопроизводительных автоматов-«комбайнов» и автоматически действующих станочных линий.

В «Основах теории проектирования станков-автоматов» содержался целый ряд новых положений, существенных с точки зрения развития теории производительности. Так, в ранних работах Шаумяна рассматривались лишь потери времени, непосредственно связанные с функционированием машины — холостые ходы цикла, потери по инструменту и оборудованию и тем самым учитывалась работа машин в идеализированных условиях — при обеспечении всем необходимым (заготовки, инструмент, электроэнергия, вспомогательные материалы). В новой книге он пришел к выводу о необходимости учета всех потерь времени, в том числе функционально не связанных с режимом работы: отсутствие обрабатываемого материала, переговоры по работе, отсутствие рабочего и т. д. Хотя такие потери, связанные с организацией производства, по мысли ученого, и «должны быть доведены до минимума, до нуля», их игнорирование в реальных условиях производства было бы неправомерным, ибо они так же влияют на производительность, как, например, потери на замену инструмента. Здесь (по существу впервые в работах Шаумяна) появился тезис общности методов анализа машин-автоматов различного технологического назначения, блестяще развитый впоследствии тезис о единстве законов и тенденций автоматостроения различных отраслей (прежде ученый занимался в основном токарными автоматами).

В «Основах» получили дальнейшее развитие идеи, связанные с оценкой и расчетом режимов обработки на автоматах. Шаумян доказал математически, что при интенсификации режимов производительность автоматов сначала растет, а затем резко падает, причем для каждого сочетания конкретных условий существует только одно значение режимов обработки, обеспечивающее максимальную производительность автомата. Найденное ученым значение режимов максимальной производительности

в равной степени определяется такими факторами, как стойкость инструмента и время на его замену. Отсюда следовал важнейший вывод: простейшие мероприятия по быстросменности инструмента могут дать такую же эффективность, как и повышение стойкости, что иногда сопряжено с огромными трудностями. Таким образом, Шаумян значительно расширил понимание задач автоматизации машин. Если раньше единственным направлением в этой области была автоматизация рабочего цикла машин, то Шаумян уже выдвигал проблему автоматизации смены и регулировки инструмента.

Значительная часть книги была посвящена структурному анализу автоматов, в первую очередь их привода и систем управления, иллюстрированному множеством примеров известных конструкций автоматов, и если в первых работах Шаумяна, затрагивающих эту проблему, содержались лишь структурные классификации, то теперь он дал уже количественный анализ различных структурных вариантов привода по критерию производительности.

В заключительном разделе «Основ» автор разбирал варианты построения и развития автоматов различного типа (последовательного, параллельного, последовательно-параллельного действия) и знакомил с перспективами автоматизации. Основной тезис раздела — нельзя конструировать автоматы без учета ожидаемой величины потерь по инструменту и оборудованию, т. е. без учета показателей надежности. Так, еще задолго до широкого распространения теории надежности Шаумян не только признал эту проблему одной из важнейших в автоматостроении, но и разработал методы расчета и выбора конструктивных и эксплуатационных параметров машины (числа позиций, режимов обработки) с учетом показателей надежности.

По-видимому, наибольшая научная значимость и новизна данной книги в систематизированном, методически завершенном изложении основных закономерностей построения многопозиционных автоматов и автоматических линий (автор, как уже отмечено, называет их «законами агрегатирования рабочих машин»). Шаумян наглядно показал, что технологическая основа автоматостроения — использование принципа дифференциации технологического процесса (дробление его на составные части, выполняемые в различных позициях) и концентрации опе-

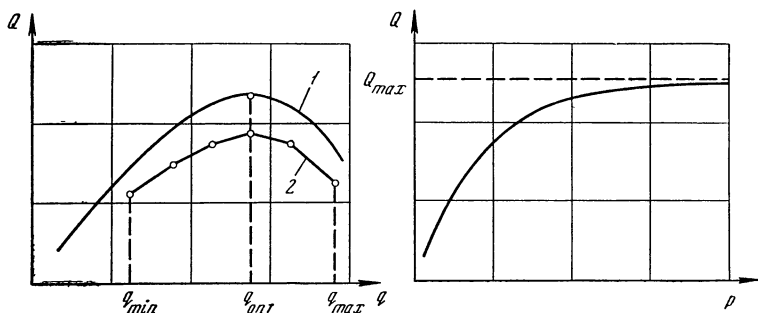


Рис. 2. Зависимость производительности автоматов последовательного действия от числа рабочих позиций  
1 — теоретическая; 2 — практическая

Рис. 3. Зависимость производительности автоматов параллельного действия от числа рабочих позиций

раций (объединение их в многопозиционных автоматах или автоматических линиях).

Он разделил все многопозиционные машины по принципу действия на три вида: машины последовательного действия («последовательного агрегатирования»), в которых концентрируются разноименные операции, последовательно выполняемые при обработке каждого изделия (многошпиндельные токарные автоматы и полуавтоматы, многопозиционные агрегатные станки и др.); машины параллельного действия, выполняющие одноименные операции, при этом каждая позиция должна иметь полный комплект механизмов и инструмента (роторные и конвейерные автоматы и др.); машины последовательно-параллельного или смешанного действия, производящие и разноименные и одноименные операции (в машине имеется  $p$  параллельных потоков обработки, в каждом из которых технологический процесс дифференцирован на  $q$  частей). Последний вид машин является наиболее общим: при  $p=1$  (один поток) получаем машину последовательного действия; при  $q=1$  (каждое изделие проходит только через одну рабочую позицию) — машину параллельного действия.

Исследуя методами теории производительности закономерности построения многопозиционных машин, Шаумян выявил их существенное различие.

Так, в машинах последовательного действия увеличение числа позиций  $q$  (при неизменном общем объеме обработки) приводит сначала к повышению производительности  $Q$ , а затем к резкому ее уменьшению (рис. 2). Таким образом, технически сложные и современные многопозиционные машины могут оказаться менее производительными, чем простейшие одношпиндельные автоматы. В книге приводились примеры таких конструкций, созданных с самыми лучшими намерениями, но без должного понимания закономерностей построения машин данного типа.

В машинах параллельного действия зависимость производительности от числа позиций носит уже не экстремальный, а асимптотический характер — при увеличении  $p$  производительность монотонно возрастает, однако непропорционально, стремясь к некоторому пределу (рис. 3). И здесь чрезмерное завышение числа позиций нерационально — стоимость машины растет, а выигрыша в производительности по существу нет.

Развивая «идеи общности исследуемых машин», Шаумян показал, что создание многопозиционных автоматов и автоматических линий подчиняется одним и тем же закономерностям и должно производиться по критериям производительности и надежности в работе. Ученый считал возможной локализацию несовпадающих во времени простоев отдельных участков в автоматических линиях с помощью так называемых искусственных «буферов» (межоперационных накопителей). Это положение, развитое А. П. Владзиевским, ныне является важнейшим при создании большинства автоматических линий.

«Основы теории проектирования станков-автоматов» стали первой в литературе по автоматизации книгой, не просто систематизирующей описания различных конструкций или прикладные методы расчета и конструирования механизмов, а освещающей общие проблемы построения и развития автоматов. Шаумян попытался раскрыть в ней сущность автоматостроения на основе количественного математического анализа. По существу, он впервые поставил задачу не просто дать конструктору количественную информацию или рецепты решения прикладных задач, а научить его более глубокому пониманию сущности процессов автоматостроения. Не удивительно, что данная работа вызвала большой интерес читателей —

инженеров и ученых. В 1948 г. Г. А. Шаумяну была присуждена за нее Государственная премия СССР.

В 1949 г. «Основы теории проектирования станков-автоматов» вышли вторым изданием, в которое автор внес ряд дополнений и изменений. В том же году ее основные положения подверглись критике, положившей начало научным диспутам (1949—1950). Последние вскоре вышли за рамки самой книги и превратились по существу в дискуссии о путях развития науки о станкостроении и самого станкостроения.

Непосредственным поводом к дискуссиям послужила статья Г. А. Шаумяна «На коленях перед Тейлором», опубликованная в «Литературной газете» 8 сентября 1949 г. Автор упрекал некоторых известных ученых — специалистов по резанию металлов в применении методов расчета и выбора режимов обработки, предложенных американским исследователем Тейлором в начале XX в. По мнению Шаумяна, использование «экономичных» режимов обработки, выбранных по критерию минимальной себестоимости обработки, тормозило развитие новых прогрессивных режимов, обеспечивающих максимальную производительность машин.

Статья вызвала многочисленные отклики, широко обсуждалась на предприятиях, в НИИ и вузах. 24 мая 1950 г. в «Литературной газете» был помещен официальный ответ за подписью министра станкостроения СССР А. И. Костоусова. Подчеркнув своевременность выступления газеты против некритического отношения к материалам, публикуемым в зарубежной технической литературе, и преклонения отдельных лиц перед устаревшими выводами, министр вместе с тем отметил, что за последние 10—15 лет скорости резания увеличились от 10 до 25 раз. По его словам, эти режимы не могли основываться на результатах опытов Тейлора: резцы, на которых ставили опыты, и методы их расчета со временем устарели. Противопоставлять же рентабельность работы промышленности темпам производства нельзя — ведь режимы резания призваны обеспечить и максимальную производительность труда, и рентабельность производства; они не могут исходить только из максимально возможной производительности машин.

Вокруг статьи с новой силой вспыхнули споры. И сейчас приходится лишь сожалеть, что их участники очень

редко прибегали к наиболее авторитетному источнику — трудам В. И. Ленина. Между тем В. И. Ленин неоднократно обращался к работам Тейлора, подчеркивая необходимость правильного, диалектического к ним отношения.

В. И. Ленин указывал, что система Тейлора — это «Научная система выжимания пота, порабощения человека машиной». «В чем состоит эта «Научная система»? — писал он. — В том, чтобы выжимать из рабочего втрое больше труда в течение того же рабочего дня»<sup>1</sup>. «Но в то же самое время нельзя ни на минуту забывать, — предупреждал он, — что в системе Тейлора заключается громадный прогресс науки, систематически анализирующей процесс производства и открывающей пути к громадному повышению производительности человеческого труда»<sup>2</sup>. По мысли В. И. Ленина, «Социалистической Советской республике предстоит задача, которую можно кратко формулировать так, что мы должны ввести систему Тейлора и научное американское повышение производительности труда по всей России»<sup>3</sup>.

Таким образом, В. И. Ленин ставил задачу предельно ясно — не отвергать методы и систему Тейлора в целом, использовать из нее все то, что способствовало повышению производительности общественного труда в социалистическом обществе. Поэтому огульная критика «тейлоризма», противопоставление «производительных» режимов «экономическим» были столь же неправомерны, как и механическое использование его методов и результатов.

Споры вокруг статьи «На колених перед Тейлором» повлекли за собой желание научно-технической общественности проанализировать научные положения ее автора. Поэтому вскоре началось широкое обсуждение книги Г. А. Шаумяна «Основы теории проектирования машин-автоматов». Оно лишний раз свидетельствовало о большом интересе отечественных машиностроителей к вопросам, связанным с автоматизацией производственных процессов в машиностроении: расчету, проектированию, изготовлению, внедрению и эксплуатации станков-автоматов и автоматических линий.

Выступавшие в дискуссиях отмечали, что решение задач автоматизированного производства неразрывно свя-

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 23, с. 18.

<sup>2</sup> Там же, т. 36, с. 140.

<sup>3</sup> Там же, с. 141.

зано с генеральной линией развития социалистической промышленности, направленной на всемерное повышение производительности труда, на снижение себестоимости продукции, улучшение социальных условий работы и ликвидацию противоположности между умственным и физическим трудом.

Однако при решении поставленных задач неизбежно возникало большое количество вопросов, связанных с дальнейшим качественным улучшением работы автоматических станков, линий и автоматических производств. В частности, не была до конца решена задача обеспечения надежного и простого управления сложными станками и автоматическими линиями; для ряда технологических операций отсутствовали типовые конструкции станков и механизмов, пригодных для встройки в автоматические линии; полностью не были разрешены вопросы конструктивных компоновок линий, организации и режима работы на линиях, создания качественно новых технологических процессов, основанных на их автоматизации, и т. п.

Имевшийся в то время у советских станкостроителей опыт по проектированию, изготовлению и эксплуатации станков-автоматов и автоматических линий давал необходимую основу для создания теории автоматизации металлорежущих станков, с помощью которой можно было достигнуть еще больших успехов в деле автоматизации. И вот книга Г. А. Шаумяна как раз и освещала эти чрезвычайно важные для машиностроителей проблемы.

Кульминацией ее обсуждения стали многодневные заседания в крупнейших научных центрах страны: ЭНИМСе и МВТУ им. Н. Э. Баумана.

Научно-технический совет ЭНИМСа признал книгу Шаумяна непригодной для практического и теоретического использования. Особенно серьезной критике подвергся раздел книги, посвященный «законам агрегатирования», т. е. закономерностям построения многопозиционных машин и автоматических линий. Указывалось, что принятые Шаумяном допущения о равномерной дифференциации технологического процесса по позициям и пропорциональном росте внецикловых потерь с увеличением числа позиций неверны. В реальных линиях время рабочих ходов определяется лимитирующей позицией; каждую операцию нельзя дробить на произвольное число частей. Вариантность числа позиций всегда ограничена

как по минимуму (по конструктивным соображениям), так и по максимуму (по критерию потери качества изделий, если попытаться делить, например, длину чистовой расточки или длину нарезаемой резьбы). В линиях имеются механизмы, число которых не меняется с увеличением числа позиций (шаговые транспортеры, поворотные столы, зажимные станции и т. д.), следовательно, потери по оборудованию непропорциональны числу позиций и т. д. Отсюда делался вывод, что «законы агрегатирования» содержат математические ошибки и противоречия и в результате «не только не имеют какой-нибудь практической ценности, но и приводят к дискредитации наиболее прогрессивных методов обработки, осуществляемых на автоматических линиях и в комплексно-автоматических производствах»<sup>4</sup>.

НТС ЭНИМСа решил, что «основные положения книги не могут служить базой теории проектирования станков-автоматов и автоматических линий и, следовательно, содержание книги не соответствует ее названию»<sup>5</sup>.

Выступивший на заседании Шаумян не согласился с критикой основных принципиальных положений и установок, принятых в книге. Однако обещал проанализировать выступления и исправить ошибки.

Спустя несколько месяцев Г. А. Шаумян сделал доклад на заседании Ученого совета МВТУ им. Н. Э. Баумана. Он затронул основные вопросы теории автоматостроения, остановился на критике своей книги и призвал к принципиальному анализу основных ее положений и принятого в ней направления.

В прениях по докладу выступили представители научно-исследовательских институтов, заводов, вузов, члены Ученого совета МВТУ (академик Н. Г. Бруевич, профессора В. А. Гавриленко, Г. И. Грановский, М. А. Попов, В. В. Уваров, Э. А. Сатель). Они отмечали прогрессивную роль книги, правильность основных положений и ее большое значение для отечественной науки. В то же время автору было указано на имеющиеся в книге недостатки, исправление которых не затрагивало основных ее положений.

Ученый совет МВТУ отметил, что книга «Основы тео-

---

<sup>4</sup> Станки и инструмент, 1950, № 8, с. 31.

<sup>5</sup> Там же.



рии проектирования станков-автоматов» — логическое завершение работ, над которыми Шаумян трудился с 1932 г. и которые в основном посвящены созданию теоретических основ проектирования. Эти работы являются по своему существу новаторскими, хотя и не разрешают в полной мере всей проблемы.

Указав на положительные стороны книги Шаумяна (своевременность тезиса о борьбе за сокращение потерь времени, способствующей эффективному использованию оборудования и являющейся одной из задач социалистического хозяйства; постановка вопроса о необходимости пересмотра теоретических основ управления стойкостью режущего инструмента и скорости резания и пр.), Ученый совет остановился и на ее недостатках. Например, Шаумян не разработал в ней методику технологических нормативов и экономических обоснований целесообразности варианта конструкций автоматических машин с учетом всех условий их эксплуатации. Книга не исчерпывает всех вопросов теории проектирования автоматов. В книге недостаточно полно раскрыта прогрессивная роль электро- и гидроавтоматики и т. д. В то же время Ученый совет МВТУ не согласился с оценкой книги Шаумяна, данной специалистами ЭНИМСа. В частности, совет подчеркнул, что принцип оценки производительности рабочих машин, положенный Шаумяном в основу рассматриваемых в книге вопросов, является в своей основе общепринятым. Что касается материала, посвященного влиянию угла давления на коэффициент полезного действия кулачкового механизма, то, по мнению совета, он является новым и впервые освещается Шаумяном.

Ученый совет постановил считать книгу Г. А. Шаумяна первой отечественной работой, направленной на создание теории проектирования автоматов: в ней ставятся актуальные для автоматостроения вопросы и намечаются некоторые прогрессивные пути для их развития, книга послужила толчком для дальнейшей разработки теоретических основ проектирования автоматов, поэтому и возникшая вокруг нее дискуссия служит дальнейшему развитию автоматостроения.

С тех пор прошло немало лет. Ход научно-технического развития и прежде всего автоматизации позволяет объективно взглянуть на «научные страсти минувших дней».

Совокупность научных положений, изложенных в книге Шаумяна, еще не была теорией проектирования машин-автоматов, ибо такая теория должна охватывать комплекс вопросов от фундаментальных положений до инженерных расчетов и рекомендаций, позволяющих непосредственно решать конкретные задачи расчета, проектирования и эксплуатации. В «Основах» же как раз отсутствовали прикладные методы расчета и какие-либо примеры их реализации; содержание книги не было увязано с последовательностью решения проектно-конструкторских задач, с «технологией» создания машин, с этапами их проектирования, внедрения и эксплуатации.

По существу в книге излагалась теория построения автоматов и линий, и осуществлялась попытка осознать закономерности формирования инженерных решений по автоматизации на основе такого инструмента анализа, каким явилась теория производительности. Подобные научные положения всегда носят проблемный характер, в первую очередь формируют инженерное мировоззрение, расширяют эрудицию проектантов, позволяют им более зрело понимать сущность процессов развития машин, их закономерностей и противоречий. Они создают предпосылки для решения задач проектирования и эксплуатации на более высоком уровне, но сами по себе еще не обеспечивают этот уровень.

Так, в книге правильно (и впервые!) поднимался вопрос о необходимости введения в автоматические линии межоперационных накопителей как средства уменьшения простоев, повышения производительности и надежности линий при тех же характеристиках основного технологического оборудования<sup>6</sup>. Постановка этой проблемы помогла конструктору понять, что далеко не всегда следует создавать автоматическую линию с жесткой межагрегатной связью как единое целое. Однако напрасно тот же конструктор попытался бы найти в книге ответ на вопросы: в каких линиях, сколько и где нужно встраивать межоперационные накопители, каков должен быть их тип и емкость и т. д.?

Ю. Б. Эршпер, основной оппонент Г. А. Шаумяна по вопросам «агрегатирования машин», в своих выступле-

---

<sup>6</sup> Шаумян Г. А. Основы проектирования станков-автоматов. М., Машгиз, 1946, с. 185—189.

ниях на заседаниях и в печати<sup>7</sup> справедливо отмечал, что реальные технологические процессы механической обработки не поддаются равномерному дифференцированию по позициям, что всегда существует минимально и максимально возможное число рабочих позиций автоматов и линий, что потери отдельных позиций неравновелики, и т. д. Поэтому реальная зависимость производительности от числа рабочих позиций будет иметь характер не сплошной плавной кривой, а ломаной линии (см. рис. 2, линия 2). Поэтому формальная подстановка реальных исходных данных в формулы «законов агрегатирования» неизбежно дает ошибочный или нереализуемый результат по расчету оптимального числа позиций. Но разве это опровергает основную закономерность, найденную Г. А. Шаумяном для машин последовательного действия, — «при увеличении степени дифференциации и концентрации операций и числа позиций машин их производительность сначала растет, а затем уменьшается?» (см. рис. 2, линии 1 и 2). Разве знание этой закономерности уже само по себе не предохраняет конструктора от «технического максимализма»?

Шаумян искал прежде всего закономерности построения и развития машин, используя для этого адаптированные математические зависимости (как теперь говорят, «математические модели»), что позволяло ему абстрагироваться от частных случаев, выявлять закономерности и описывать в наиболее ясной, доходчивой и убедительной форме.

Такой метод отнюдь не нов. Достаточно вспомнить, что вся гидравлика базируется на изучении несжимаемой жидкости, которой в природе не существует. Тем самым удается вскрыть и описать в возможно простой форме большинство закономерностей гидростатики и гидродинамики, которые стали бы просто неопределимыми, если бы во всех случаях пытались учесть все частные явления, связанные с реальной сжимаемостью жидкости.

Безусловно, для расчета и выбора числа позиций реальных автоматических линий с учетом конкретных условий и ограничений необходимы в конечном итоге иные

---

<sup>7</sup> Эрпшер Ю. Б. О некоторых теоретических вопросах автоматизации поточных линий. — Станки и инструмент, 1949, № 3, с. 6—11.

конкретные формулы, чем для общего структурного анализа и иллюстрации закономерностей построения. Этих формул в книге «Основы теории проектирования станков-автоматов» не было, как не было и численных значений исходных данных по надежности механизмов, устройств, инструмента. Иными словами, не было моста между общей теорией построения и конкретными задачами расчета и проектирования.

В ту пору Г. А. Шаумян недооценивал важность и сложность такого перехода. Иногда он даже упрекал конструкторов в том, что они не умеют этого делать сами. А конструктора, в том числе Ю. Б. Эрпшер (в то время главный конструктор Московского СКБ автоматических линий), в первую очередь искали в научных трудах инженерные методы и формулы для решения тех задач, которые им приходилось решать ежедневно при создании новых машин и линий. И по наличию или отсутствию таких методов и формул они судили о правильности или неправильности той или иной теории, ее пригодности или непригодности для инженерной практики.

Таким образом, острота дискуссий по книге Г. А. Шаумяна, возникновение диаметрально противоположных мнений о правильности и научной значимости ее основных положений имели под собой достаточно объективную основу.

С одной стороны, они были обусловлены непониманием многими учеными и инженерами важности и специфики проблемных научных разработок по автоматизации, необходимости создания научно-теоретических основ построения и использования автоматов и автоматических линий.

С другой стороны, они были вызваны отсутствием перехода от общих правильных теоретических положений, разработанных Шаумяном, к решению конкретных задач проектирования и эксплуатации, отсутствием прямой их взаимосвязи с поэтапным решением задач создания новой техники. К этому следует добавить «технизм» Шаумяна, отсутствие по существу даже элементов технико-экономического анализа (в конечном итоге, например, уже упоминавшаяся задача выбора числа позиций автоматов и линий есть задача отыскания экономического оптимума).

Годы дискуссий по книге «Основы теории проектиро-

вания станков-автоматов» явились наиболее трудным периодом творческой биографии Г. А. Шаумяна. Они стали переломными не только в его творчестве, но в самом процессе разработки научно-технических основ автоматизации.

Если в 30-х—начале 40-х годов по теории автоматизации Г. А. Шаумян выступал по существу в одиночку, то уже в 50-х годах появляется большое количество исследователей, занимающихся этими вопросами, и сам Шаумян, долгое время стоявший практически на чисто технических позициях, сделал существенный поворот в направленности научных поисков. Весь остальной период жизни и деятельности ученый посвятил главным образом разработке методов технико-экономического анализа применительно к задаче автоматостроения, поиску наиболее экономичных путей развития автоматизации производства.

И если на первом этапе научного творчества (1930—1950) его знаменем являлась теория производительности машин, то на втором (1950—1973) — теория производительности машин и труда.

### Зрелость ученого

Важнейшая черта творческих поисков Г. А. Шаумяна в 50-х годах — значительное расширение диапазона научной и инженерной деятельности. Если в 30-х—40-х годах он выступал главным образом как ученый-теоретик, то в последующие годы широко расцвел его талант как разработчика, создателя новых технологических процессов и конструкций, педагога-методиста.

Как известно, в 50-е годы начался решающий этап развития автоматизации отечественного машиностроения. Резкое количественное и качественное увеличение продукции машиностроения в первые послевоенные пятилетки поставило на повестку дня и организационные вопросы развития работ по автоматизации: создание сети специализированных СКБ по проектированию автоматов и автоматических линий, отделов автоматизации и механизации производства при крупных машиностроительных предприятиях, расширение типажа полуавтоматов и автоматов, организацию широкого выпуска автоматических линий.

Некоторое представление о темпах развития работ по автоматизации дает таблица, в которой приведены данные о выпуске автоматизированного станочного оборудования за десятилетие (1950—1960).

Наименование оборудования	Выпуск за год, шт.		
	1950	1955	1960
Токарные полуавтоматы и автоматы	1402	2 825	3 583
Агрегатные и специализированные полуавтоматы и автоматы	8623	16 685	22 138
Станки-полуавтоматы с программным управлением	—	—	249
Автоматические линии (комплектов)	10	115	174

За послевоенные годы не только резко выросло производство автоматизированного технологического оборудования, но и качественно изменился его состав. Если на заре отечественного автоматостроения (1933—1941) в основном выпускались универсальные токарные полуавтоматы и автоматы на механической основе, то уже к началу 50-х годов преимущество перешло к агрегатным станкам-полуавтоматам, специализированным и специальным автоматам и полуавтоматам. Механические устройства как основа привода и управления машин все более стали вытесняться гидравлическими и электрическими, а затем и электронными устройствами (агрегатные станки и станки с программным управлением и т. д.).

В 1939 г. рабочий Сталинградского тракторного завода И. П. Иночкин создал первую в стране автоматическую линию. В 1946 г. была выпущена линия, спроектированная и изготовленная станкостроительной промышленностью (завод «Станкоконструкция»). Она состояла из 14 агрегатных станков и предназначалась для тракторной промышленности. Таким образом, наряду с первой ступенью автоматизации — автоматизацией рабочего цикла машин, появлением полуавтоматов и автоматов — активно развивается и вторая ступень — автоматизация системы машин, создание автоматических линий. И если от реализации

первой ступени до второй понадобилось около полувека, то переход от второй ступени к третьей — комплексной автоматизации, созданию автоматических цехов и заводов — осуществляется менее чем за 10 лет.

В 1950 г. завершилась отладка спроектированного в ЭНИМСе автоматического завода по производству автомобильных поршней. Под этим громким названием на Ульяновском заводе малолитражных двигателей в эксплуатацию ввели сравнительно небольшой по современным масштабам цех, в котором были смонтированы две параллельные автоматические системы машин. На них производился полный комплекс получения автомобильных поршней — от плавки алюминиевых слитков до упаковки готовых поршней в коробки. В 1956 г. на 1-м Государственном подшипниковом заводе в Москве вступил в действие первый автоматический цех по производству подшипников. Значение этих систем в развитии отечественного автоматостроения неопределимо. Они стали огромным «испытательным полигоном», где формировались и отработывались взаимосвязи сложнейших автоматизированных систем машин.

*Ученый.* Отечественное машиностроение вступило в эпоху автоматизированного производства. Этот процесс, начавшийся сначала в отраслях с массовым, а затем и с серийным производством, поставил перед советскими учеными, в том числе и перед Г. А. Шаумяном, ряд новых проблем. И важнейшей среди них стала разработка методов сравнительной оценки и выбора оптимальных вариантов построения систем машин, наиболее выгодной степени их автоматизации.

В эпоху простого машинного производства, до его автоматизации, вариантность техпроцессов и конструктивно-компоновочных решений машин обычно весьма невелика. Так, все универсальные токарные станки подобны друг другу по своей компоновке, номенклатуре основных механизмов и т. д., потому что они в течение многих десятилетий совершенствовались с учетом условий совместной работы машины и человека, применительно к возможностям последнего.

Автоматизация машин, создание полуавтоматов, автоматов и их комплексов снимают любые ограничения, обусловленные возможностями человека как непосредственного участника технологического процесса. Отсюда — ог-

ромная вариантность построения технологических процессов, выбора или проектирования конструкций и компоновок машин при решении даже идентичных технологических задач. Так, детали типа втулки (кольца подшипников, шестерни и т. п.) можно обточить на: универсальных токарных станках; токарно-револьверных станках; одношпиндельных токарно-револьверных автоматах; одношпиндельных многорезцовых полуавтоматах; универсальных горизонтальных многошпиндельных полуавтоматах и автоматах; универсальных вертикальных многошпиндельных автоматах; многошпиндельных специальных автоматах; одношпиндельных станках-полуавтоматах и автоматах с числовым программным управлением и т. д. Из этих машин можно компоновать поточные автоматизированные, автоматические линии с различными видами межагрегатной связи, по структурным схемам последовательного, параллельного, последовательно-параллельного и другого действия. При этом сравнительный анализ и выбор наиболее выгодного варианта создания систем машин не могут быть сделаны чисто интуитивно, «по конструктивным соображениям» или путем чисто технических расчетов.

Все эти характерные закономерности развития автоматизации, а также потребность в новых, более широких научных обобщениях и обусловили заметный поворот научных работ в сторону экономики, что проявилось в творчестве не только Г. А. Шаумяна, но и других ведущих ученых-специалистов по автоматизации (А. П. Владзиевского, Л. Н. Кошкина, Ф. С. Демьянюка, И. И. Капустина и др.).

Первая работа Г. А. Шаумяна по вопросам экономической эффективности автоматизации была опубликована в 1957 г. Словно отвечая своим оппонентам по дискуссиям, обвинявшим его в «техническом максимализме», ученый писал<sup>1</sup>: «Многие считают, что комплексная автоматизация — это автоматизация, охватывающая все операции технологического процесса изготовления той или иной отдельной детали машины. В качестве примера обычно приводят автоматический завод поршней. Однако,

---

<sup>1</sup> Шаумян Г. А. Комплексная автоматизация в машиностроении и ее экономическая эффективность. — Вестн. АН СССР, 1957, № 7.



несмотря на высокую степень автоматизации изготовления данной детали, этот завод не может служить примером комплексной автоматизации.

Под комплексной автоматизацией следует понимать такую автоматизацию, которая охватывает комплекс производства всего изделия, например автомобиля. Лишь в том случае, когда все стадии производства автомобиля в той или иной степени будут охвачены автоматизацией, можно говорить о ее комплексности.

Неправильное толкование понятия комплексной механизации и автоматизации неизбежно ведет к отвлечению сил и средств на осуществление отдельных, случайных «рекордов» автоматизации, которые, решая частную задачу производства одной или нескольких деталей машины, не в состоянии сколько-нибудь заметно поднять общий уровень производства в целом.

Вот почему, несмотря на безусловные успехи автоматизации, удельный вес вспомогательных рабочих в машиностроении (где сосредоточено 30% всех рабочих) еще очень велик. Даже в передовой отрасли машиностроения — автомобильной промышленности — насчитывается до 60% вспомогательных рабочих.

Неправильное представление о комплексной автоматизации чревато и другими последствиями. Создание чрезвычайно капиталоемких автоматических производств вводит в противоречие с общим ходом развития самого машиностроения, где объекты производства быстро подвергаются изменениям».

Далее он излагал «научное кредо», сформулированное по итогам более чем пятилетних раздумий, поисков, расчетов — пока еще чисто арифметических, не претендующих на широкие обобщения, а лишь иллюстрирующих выводы автора. В этом проявились характерные черты Г. А. Шаумяна как зрелого исследователя: долговременное изучение тех или иных вопросов, выработка твердого мнения и лишь затем публичные выступления.

В отличие от многих других авторов Шаумян рассматривал экономическую эффективность автоматизации не только на уровне сопоставления капитальных и эксплуатационных затрат, но и сквозь призму изучения технических характеристик машин, которые и обеспечивают получение экономического эффекта. По его мнению, на ранних ступенях автоматизации, когда универсальное

станочное оборудование заменяется автоматами и полуавтоматами, высокий экономический эффект достигался прежде всего за счет роста производительности машин (опережающего повышение их стоимости) и лишь во вторую очередь за счет увеличения количества машин, обслуживаемых одним рабочим. На последующих ступенях автоматизации при блокировании машин в автоматические системы различной сложности основным источником получения экономического эффекта является сокращение фонда зарплаты основных и вспомогательных рабочих; конструкции и компоновки машин, а следовательно, и их производительность существенно не меняются.

В итоге Шаумян сформулировал принципиально новый и в те времена весьма спорный тезис об убывающей эффективности капиталовложений на автоматизацию. С увеличением степени автоматизации оборудования (при неуклонном снижении затрат живого труда) затраты на технику повышаются; в результате прогрессивно растет органический состав фондов, т. е. отношение капитальных затрат к затратам живого труда. При этом с ростом капиталоемкости рост производительности труда замедляется, а сроки окупаемости растут.

Предположим, что 100 рабочих обслуживают 100 станков и мы, добиваясь многостаночного обслуживания, блокируем станки в автоматическую линию. Для выявления экономии живого труда примем, что дополнительные затраты на автоматизацию равны нулю, а производительность станков не меняется. Допустим, что на различных стадиях автоматизации 1 рабочий сможет обслуживать сначала 2 станка, затем 10, 20 и, наконец, 100 станков. При переходе от обслуживания 1 станка к 2 можно сэкономить 50% фонда заработной платы, от 2 к 10 — еще 40%, от 10 к 20 — 5% и, наконец, от 20 к 100 — только 4%.

Как видим, увеличение количества станков  $z$ , обслуживаемых одним рабочим на разных стадиях автоматизации, дает совершенно различный экономический эффект.

В действительности же указанная экономия за счет многостаночного обслуживания будет еще меньше вследствие необходимости затрат на автоматизацию. При этом следует иметь в виду, что с увеличением  $z$  технические

трудности и соответствующие капиталовложения в автоматизацию будут неизбежно возрастать.

Итак, при автоматизации лишь с целью внедрения многостаночного обслуживания с ростом количества станков, обслуживаемых одним рабочим, экономия труда замедляется, в то время как расходы растут.

Чем больше средств, подчеркивает Шаумян, мы вкладываем в автоматизацию производства с высоким органическим составом капитала в целях лишь многостаночного обслуживания, чем больше станков охватываем автоматической системой, тем ниже эффективность капиталовложений. И это неизбежно в том случае, когда новая техника не дает роста производительности машин и агрегатов.

История техники знает немало примеров, когда уровень существующего производства исчерпывал свои возможности, и это обязательно вызывало появление новых методов производства, новой технологии и новых высокопроизводительных средств производства.

Коренная ломка старых, испытанных, привычных методов производства, рождение и развитие новых, прогрессивных технологических процессов — радикальное средство преодоления убывающей эффективности, главное направление комплексной автоматизации производственных процессов.

Отсюда вытекают важнейшие пути повышения производительности общественного труда при автоматизации производства: «... уменьшение количества живого труда при увеличении количества прошлого труда; уменьшение количества живого труда при уменьшении количества прошлого труда; уменьшение количества живого труда при сохранении прошлого труда; уменьшение количества прошлого труда при сокращении количества живого труда».

Первый путь, заключающийся в применении современных средств автоматизации, позволяющих резко сократить количество операторов, дает возможность использовать существующий парк станков. Этот же путь становится неэффективным при создании автоматических линий цехов и заводов из нового уникального оборудования, требующих больших капиталовложений.

Главная особенность таких линий — типовое или вновь создаваемое уникальное оборудование базируется на при-

менении старой, испытанной технологии обработки и потому имеет одинаковую расчетную производительность с соответствующими поточными линиями.

Шаумян считает важным подчеркнуть, что общая тенденция роста доли прошлого труда ни в какой мере не означает необходимость роста его абсолютного количества в единице продукта. Наоборот, с появлением более производительных средств производства, относительная доля прошлого труда, правда, увеличивается, однако его абсолютное количество резко падает. Только таким путем и достигается коренное увеличение производительности труда. На этом основан второй путь, наиболее прогрессивный; здесь непереносимое условие уменьшения живого труда достигается не только прямым сокращением числа операторов, но главным образом резким увеличением производительности оборудования.

Третий путь характерен для обычных методов многостаночного обслуживания, когда без дополнительных капиталовложений на автоматизацию, только за счет улучшения организации труда один рабочий начинает обслуживать несколько станков. С увеличением количества станков эффективность этого мероприятия сначала растет, а затем снижается. Чрезмерное увлечение многостаночным обслуживанием может привести к значительным потерям производительности оборудования, которые в конечном итоге снижают выпуск продукции и производительность общественного труда.

Четвертый путь ведет к снижению стоимости оборудования. Для этого требуется: совершенствование технологии производства самих средств производства, стандартизация и унификация механизмов узлов и деталей машин, скоростные методы проектирования узлов и деталей машин, проектирования и изготовления оборудования.

Следует упомянуть еще об одном методе повышения производительности труда — увеличении количества «живого труда» при сохранении «прошлого труда». Этот метод часто находит применение в тех случаях, когда высокоавтоматизированная система машин оказывается мало надежной. При этом дополнительная затрата живого труда позволяет снизить потери производительности оборудования и тем самым повысить производительность труда в целом. Высокая экономическая эффективность автоматизации гарантирована, если ее средства обеспечивают рез-

кое сокращение потерь и повышение производительности агрегатов.

В июне 1958 г. в Москве состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция по проблемам определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники. Организованная Институтом экономики АН СССР и Комитетом по экономике и организации производства ВСНТО, эта конференция разработала единые методические положения и рекомендации, единые показатели оценки экономической эффективности (изменение себестоимости, величину дополнительных капиталовложений, сроки их окупаемости). Тем самым были заложены основы создания *типовой методики* определения экономической эффективности для всех отраслей народного хозяйства и на ее базе отраслевых методик. Конференция рекомендовала в качестве единого критерия расчета эффективности дополнительных капиталовложений сроки их окупаемости (или обратную им величину — коэффициент эффективности капиталовложений).

Сущность метода оценки заключалась в сопоставлении капиталовложений, связанных с внедрением новых средств труда, с экономией годовых текущих затрат, полученных благодаря этому внедрению. По каждому из сравниваемых вариантов должны быть рассчитаны  $K$  — капиталовложения и  $C$ , — себестоимость годового выпуска продукции, после чего попарным сравнением любых двух вариантов определяются дополнительные капиталовложения  $\Delta K = K_2 - K_1$  и годовая экономия на себестоимости  $\Delta C = C_1 - C_2$ . Сопоставление  $\Delta K$  и  $\Delta C$  определяло однозначно оба показателя: сроки окупаемости дополнительных капиталовложений и коэффициент их эффективности.

На конференции выступил Г. А. Шаумян, впервые изложивший свой взгляд на проблему оценки экономической эффективности и пути ее решения. В этом выступлении проявились самобытность мышления и восприятия ученого, его умение видеть недостатки и противоречия даже сложившихся мнений и представлений.

Большинство участников конференции посвятили свои выступления обоснованию критерия сроков окупаемости дополнительных капиталовложений и поиску более тщательных способов исчисления величины капитальных и эксплуатационных затрат. При этом предполагалось,

что сначала инженеры-проектировщики предварительно проработают новые технологические процессы, конструкции и компоновки машин и систем машин, основываясь на опыте, интуиции, технологических, прочностных и кинематических расчетах, «конструктивных соображениях» и т. д., сообразуясь с экономическими критериями лишь косвенно. И лишь после того, когда один или несколько вариантов новой техники примут более или менее законченную форму, наступит очередь экономиста. Не особенно вникая в сущность технологических процессов и конструктивные особенности, он «обсчитывает» их, переводя все многообразие технологических, конструктивных и прочих параметров в производные показатели капитальных и текущих затрат, по которым уже арифметически можно будет исчислять сроки окупаемости и производить оценку вариантов.

Г. А. Шаумян ставил вопрос шире. Он доказывал, что любые, даже самые тщательные расчеты в рублях и копейках не будут достоверными, если в расчетных формулах отсутствуют конкретные технико-экономические показатели сравниваемых вариантов новой техники. Эти показатели должны стать предметом проектирования как неотъемлемые характеристики совершенства техники, самым ярким отражением денежных показателей. Так, при автоматизации производственных процессов целевым назначением любых новых разработок является улучшение технических характеристик машин по трем основным направлениям: повышение производительности — количества годной продукции, выдаваемой в единицу времени; повышение качества изготавливаемой продукции; сокращение затрат времени на обслуживание машин, а следовательно, численности обслуживающего персонала и фонда его зарплаты. Именно за счет технического эффекта по этим направлениям достигается снижение себестоимости изделий и в итоге окупаемость неизбежных, иногда весьма значительных затрат на автоматизацию.

По Шаумяну, численные значения коэффициентов роста производительности машин, коэффициентов выхода годной продукции и коэффициентов многостаночного обслуживания при сравнении двух вариантов производства (например, существующей и новой проектируемой техники) — решающие факторы величины сроков окупаемости, эффективности капиталовложений и т. д. Отсюда

ученый делал смелый по тем временам вывод о том, что формулы для расчета сроков окупаемости должны определяться не только через денежные показатели капитальных и текущих затрат, которые сами по себе зависят от технических характеристик и не раскрывают сущности новой техники, не показывают, за счет каких технических «рычагов» достигается экономическая эффективность. Тем самым он ставил проблему разработки инженерных методов оценки экономической эффективности, экономико-математических методов и моделей, в которых показатели экономической эффективности непосредственно увязывались бы с конкретными технико-экономическими характеристиками новой техники.

Для большинства исследователей методы оценки экономической эффективности капиталовложений и новой техники являлись главным образом аппаратом для взаимного сравнения, «взвешивания» конкретных вариантов технических решений с фиксированным сочетанием технико-экономических параметров, к формированию которых данные методы прямого отношения не имели. По замыслу Шаумяна, эти методы должны были служить прежде всего инструментом выявления и количественного анализа закономерностей развития машин, тенденций научно-технического прогресса, научной основой поисков наиболее эффективных и перспективных путей автоматизации. «Арифметические» методы обчета денежных показателей и сроков окупаемости для этого мало подходили: они по существу абстрагировались от фактора времени — сроков проектирования, освоения и эксплуатации новой техники, длительности периодов выпуска тех или иных машин.

Характерной особенностью творческого метода Г. А. Шаумяна является ярко выраженный синтез трех моментов: критический анализ сложившихся в науке и практике достижений и традиций, отыскание противоречий и парадоксальных ситуаций, осознание и формулировка научно-технических проблем; поиски путей разрешения этих противоречий, способов выхода из парадоксальных ситуаций; разработка нетрадиционных научных положений, разделов теории, формулировка нетрадиционных выводов. Эта особенность отчетливо проявилась и в его работах по вопросам экономической эффективности новой техники. Поиски наиболее эффективных путей

автоматизации, оценка эффективности и прогрессивности новой техники непосредственно по производительности общественного труда — эти своего рода «технические задания самому себе» предопределили основное содержание творческой деятельности Шаумяна как ученого-теоретика на много лет вперед вплоть до последних дней жизни.

Свои взгляды по проблемам экономической эффективности и прогрессивности новой техники Шаумян сформулировал в 1961—1973 гг. в большом количестве научных работ, в том числе в монографиях и множестве публикаций в периодической печати (см. список литературы, помещенный в конце книги). Вначале он назвал весь комплекс вопросов, связанных с данной темой, «теорией производительности труда». В дальнейшем, увязав новые положения с ранее разработанными (по вопросам производительности машин), Шаумян объединил их в единую «теорию производительности машин и труда». Правда, не все в этих научных положениях равноценно, не все выдержало проверку временем, было признано и получило практическое воплощение. Нельзя согласиться со многими высказываниями Шаумяна, в которых он, по существу полностью базируясь на достижениях советской экономической науки, используя все ее категории (капитальные и текущие затраты, эффективность и окупаемость и пр.), пытался противопоставить свои работы остальным, критиковал общепризнанные типовые методики. Однако значение этого направления деятельности Шаумяна — не в критике или отрицании чужих работ, а в собственном научном вкладе, в создании оригинальных методов технико-экономического анализа, в широких научных обобщениях. И, по-видимому, наиболее интересные и перспективными являются предложенные ученым методы оценки количественной взаимосвязи между техническими и экономическими параметрами.

Выше говорилось, что ранее все экономические показатели при оценке эффективности новой техники (сроки окупаемости и т. д.) рассчитывались только в денежных выражениях, что не позволяло непосредственно выявить их зависимость от технических характеристик, степени их совершенства, диапазона варьирования. Согласно Шаумяну, показатели сравнительной экономической эф-



фактивности можно выразить как функции следующих входных величин:

1) характеристик базового варианта, принятого в соответствии с общими правилами за основу расчета или анализа: стоимости  $K$ , годового выпуска продукции  $Q_r$ ; годовых затрат прошлого труда (текущих) на инструмент, электроэнергию, ремонт и т. д., годовых затрат живого труда на обслуживание машин;

2) сравнительных технико-экономических характеристик искомого (анализируемого) варианта по отношению к базовому, выраженных коэффициентами повышения производительности  $\varphi$ , увеличения стоимости  $\sigma$ , изменения удельных текущих затрат, приходящихся на единицу продукции  $\delta$ , сокращения затрат живого труда при обслуживании машин  $\epsilon$ ;

3) сроков службы оборудования  $N$  и сроков проектирования и освоения новой техники  $L$ .

Разработка указанных экономико-математических моделей позволила ученому решать как проблемные, так и прикладные задачи.

Среди проблемных несомненный интерес представляет задача количественного анализа и математического описания процессов развития и совершенствования машин, путей и перспектив автоматизации производственных процессов. Шаумян показал, что автоматизация в машиностроении связана с ростом производительности машин ( $\varphi > 1$ ) и сокращением количества обслуживающих рабочих ( $\epsilon > 1$ ); за счет улучшения этих характеристик и окупаются неизбежные затраты на автоматизацию ( $\sigma > 1$ ). Отсюда вытекает и его формулировка важнейших путей повышения эффективности производства — путей автоматизации.

*Первый путь* — сокращение затрат ручного труда при обслуживании машин (путь  $\epsilon$ ). Он не является основным, так как эффективен только в отраслях с невысокой степенью технической оснащенности производства.

*Второй путь* — повышение производительности оборудования (путь  $\varphi$ ). Это генеральное направление автоматизации: оно позволяет сокращать затраты и прошлого и живого труда на единицу продукции.

*Третий путь* — сокращение затрат на создание средств производства (путь  $\sigma$ ). Он связан с широким применением принципов стандартизации при проектировании,

созданием оборудования из унифицированных узлов, что сокращает его стоимость.

*Четвертый путь* — сокращение сроков проектирования и освоения новой техники (путь  $L$ ), с учетом общей тенденции сокращения сроков службы машины  $N$ .

Шаумян интересно интерпретирует термин «прогрессивность новой техники». Он впервые придает ему не качественное, лозунговое, а конкретное инженерное содержание. Согласно его выводам, производительность общественного труда при эксплуатации машин — монотонная функция от сроков службы  $N$ . При  $N=0$  функция обращается в нуль, так как затраты на создание новой техники полностью произведены, а отдачи пока нет. С увеличением  $N$  производительность труда возрастает, стремясь к некоторому максимуму, пределу, который определяется совершенством технико-экономических показателей.

Поэтому в любой исторический момент времени, взятый за начало отсчета и анализа, всегда существует достигнутый уровень производительности общественного труда  $A_0$ , определяемый характеристиками наиболее «типовых представителей действующего оборудования» (рис. 4). Они и далее обеспечивают рост производительности труда (кривая  $A_I$ ), однако потенциал их обычно невысок.

Вместе с тем существуют объективные, плазовые темпы роста производительности общественного труда  $A_{пл}$ , которые в простейшем случае равномерны. Любая новая техника, введенная в эксплуатацию в момент  $N=0$ , благодаря более высокому технико-экономическому потенциалу способствует более высокому уровню производительности, чем  $A_I$  (кривая  $A_{II}$ ). При коротких сроках службы ( $N < N_1$ ) эта техника не обеспечивает роста  $A_{II} < A_{пл}$ , поэтому при  $N < N_1$  не может считаться прогрессивной, каким бы техническим совершенством ни обладала. Если сроки службы  $N > N_1$ , то новая техника прогрессивна: она не просто превышает уровень старой, но и обеспечивает заданные темпы роста производительности общественного труда  $A_{пл}$ .

Однако и самая совершенная техника не может оставаться прогрессивной до бесконечности, потому что фактические темпы роста производительности труда замедляются (см. кривую  $A_{II}$ ), а требуемые ( $A_{пл}$ ) продол-

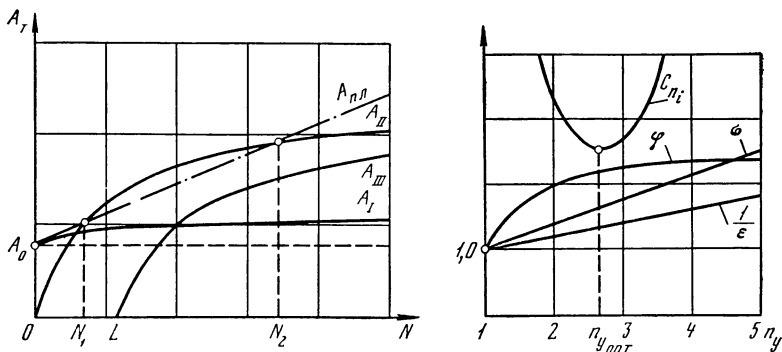


Рис. 4. Производительность общественного труда и прогрессивность новой техники

Рис. 5. Зависимость относительного изменения производительности ( $\varphi$ ), стоимости ( $\sigma$ ) оборудования, количества обслуживающих рабочих ( $\epsilon$ ) и приведенных затрат ( $C_{\pi_i}$ ) от числа участков ( $n_y$ ), на которые разделена автоматическая линия

жают расти. При сроках службы  $N > N_2$  новая техника перестает быть прогрессивной, «морально устаревает» и должна быть заменена новейшей, еще более совершенной с более высоким технико-экономическим потенциалом.

Таким образом, понятие «прогрессивности новой техники» теснейшим образом связано с фактором времени. В самом деле, достаточно задержаться с вводом в эксплуатацию новой техники на  $L$  лет (кривая  $A_{III}$ ) и она уже не может считаться прогрессивной: ни в один момент времени она уже не обеспечивает заданных темпов роста производительности труда ( $A_{III} < A_{IIII}$ ). Иными словами, новая техника морально устарела еще при проектировании. Указанные закономерности качественно были известны. Но только Г. А. Шаумян, пользуясь методами теории производительности машин и труда, впервые дал им количественную форму и составил о них инженерно-наглядное представление.

Эта теория оказалась применимой и к решению ряда конкретных производственных задач, например, выбора оптимальной структуры автоматических линий, числа наладчиков при обслуживании, оптимальных сроков службы оборудования. При этом параметры сравниваемых вариантов  $\varphi$ ,  $\epsilon$ ,  $\sigma$ ,  $\delta$  можно выразить как функции

искомой величины, затем полученные выражения подставляются в общую экономико-математическую модель, посредством которой и производится оптимальный выбор.

Например, при расчете оптимального числа участков автоматической линии за базовый принимается вариант автоматической линии с жесткой межагрегатной связью, с одним участком-секцией ( $n_y = 1$ ). При варьировании числом участков ( $n_y > 1$ ) растет производительность ( $\varphi > 1$ ), но увеличивается стоимость ( $\sigma > 1$ ) и количество обслуживающих рабочих ( $\varepsilon < 1$ ,  $1/\varepsilon > 1$ ) вследствие введения дополнительных накопителей, конструктивного усложнения линии. Рис. 5, на котором изображены математически полученные зависимости  $\varphi = f_1(n_y)$ ,  $\sigma = f_2(n_y)$ ,  $1/\varepsilon = f_3(n_y)$ , показывает, что установка максимального числа накопителей нерациональна (выигрыш в производительности имеет асимптотический характер, а стоимость и текущие расходы растут пропорционально). Отсюда математически определяется оптимальное число участков, например по критерию минимума приведенных затрат (рис. 5, кривая  $C_{пг}$ ).

Как видно, применение экономико-математических моделей, разработанных Г. А. Шаумяном, позволяет не только производить инженерные расчеты на проектной стадии, но и, что не менее важно, количественно описывать и анализировать закономерности построения машин, сущность процессов варьирования.

В наиболее полном объеме вопросы технико-экономической эффективности автоматизации получили отражение в последней работе Г. А. Шаумяна — капитальной монографии «Комплексная автоматизация производственных процессов», которая вышла в свет в конце 1973 г., уже после смерти ученого.

С работами по вопросам технико-экономической эффективности тесно смыкались исследования Г. А. Шаумяна по анализу и прогнозированию тенденций технического прогресса в машиностроении с точки зрения его комплексной автоматизации и механизации. Ученый всегда стремился осознать сущность процессов развития, подметить наиболее характерные их черты в конкретные периоды времени и на этой основе формулировать задачи науки и техники.

Так современная технологическая наука делит машиностроительное производство на массовое, серийное и еди-

ничное с внутренним подразделением (например, на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное). При массовом производстве технологическое оборудование специализируется на выполнении одинаковых, повторяющихся операций технологического процесса и не требует переналадок. При серийном производстве технологическое оборудование специализируется на выполнении нескольких операций, выполняемых при обработке различных закрепленных за ним изделий, и поэтому подвергается периодическим переналадкам. При единичном производстве оборудование загружается различными операциями и не имеет постоянно закрепленных объектов производства.

Безусловно, характер производства предъявляет определенные требования к технологическому оборудованию. Если в условиях массового производства со стабильным характером выпускаемой продукции главным требованием к рабочим машинам является высокая производительность, то в условиях серийного и единичного производства первостепенное значение приобретают универсальность и мобильность, т. е. диапазон возможных переналадок на обработку иных изделий и быстрота этих переналадок. Г. А. Шаумян показал, что эти требования до сих пор всегда находились в противоречии; чем выше была производительность, тем ниже — универсальность и мобильность. Так, большинство высокопроизводительных автоматических линий вообще не переналаживаются, а универсальное неавтоматизированное оборудование, пригодное для изготовления самых разнообразных изделий, крайне малопродуктивно.

Поэтому сложные и дорогостоящие автоматические системы машин создавались и создаются для массовой, стабильной во времени продукции. Однако тем самым неизбежно стабилизируется на некотором уровне качество этой продукции, замедляется процесс повышения качества. Иными словами, повышение качества и увеличение масштабов выпуска продукции как две основные тенденции развития производства входят в противоречие между собой. Первое требование предусматривает наличие оборудования, которое можно переналаживать на обработку самых различных изделий, но такое оборудование не может обеспечить массовость выпуска из-за своей малой производительности. А второе требование может быть реализовано только посредством сложных автомати-

зированных систем машин, но они не переналаживаются.

Это противоречие уже сейчас весьма остро ощущается при выпуске изделий массового потребления (обувь, одежда, бытовая техника, мебель и т. д.), которые должны в кратчайшие сроки выпускаться сотнями тысяч и миллионами и в то же время непрерывно совершенствоваться, со все более частой сменой выпускаемых типов моделей. Не менее ужесточены сроки сменяемости объектов производства в таких областях, как радиотехника, приборостроение, средства связи и т. д. Таким образом, отмечал Г. А. Шаумян, быстросменность объектов производства в настоящее время есть признак, присущий не только мелкосерийному производству, как ранее считалось, а всей современной технике.

Эта тенденция необратима, поэтому наряду с известными видами производства (серийное, массовое и т. д.) необходимо видеть появление принципиально нового вида производства с характеристикой: массовое быстросменное производство. Так как такое производство вследствие своей массовости не может быть реализовано без комплексной автоматизации и механизации, важнейшей проблемой науки и техники является проблема мобильности автоматизированного производства.

Необходимо создание таких новых методов и средств автоматизации, которые, обладая всеми достоинствами высокой производительности, позволяли бы свободно переходить с одного вида продукции на другой. Только решение этой гигантской трудности задачи позволит избежать того, чтобы автоматизация из рычага технического прогресса не превратилась в его тормоз.

*Инженер.* В Г. А. Шаумяне довольно рано проявился и талант изобретателя. Так, еще в начале 30-х годов он сконструировал механизм падающего червяка для токарно-винторезных станков. Во время работы в ЭНИМСе Шаумян участвовал в создании гаммы одношпиндельных токарных автоматов типа 111, которые вскоре уже выпускались станкостроительными заводами. Это были одни из первых конструкций отечественных автоматов. Однако наиболее полно деятельность Шаумяна как конструктора развернулась в послевоенные годы. Из 39 авторских свидетельств на изобретения, которые он получил, 36 относятся к периоду 1950—1970 гг.

Тематика изобретений, принадлежащих Шаумяну, весьма обширна. Ученый конструировал разнообразнейшие механизмы и устройства, начиная с микропереключателя повышенной надежности для электросхем управления и кончая устройствами для передачи поступательного движения в вакуумированный объем, всевозможные станки, гидросистемы со стабилизацией давления масла и многое другое. Наибольший интерес представляют его станки с шариковым передаточным механизмом и токарные станки, работающие с трансформацией углов резания в процессе обработки.

Шариковый передаточный механизм был предложен Шаумяном как средство передачи движения от органов управления (кулачков, копиров и т. д.) к исполнительным механизмам: суппортам, силовым головкам, зажимным устройствам и т. д. Обычно в станках-автоматах любого технологического назначения такая передача осуществляется посредством системы рычажных, реже зубчатых передач. При сложных рабочих циклах и большом количестве программносителей — кулачков такие передаточные системы получаются весьма сложными и громоздкими. Кроме того, движение передается, как правило, в одной плоскости.

Шаумян заменил сложные многосвязные рычажные системы шариковым передаточным механизмом. Последний представлял собой стальную калиброванную трубку, в которой перемещались шарики, расположенные попеременно с промежуточными сферическими шайбами, что снижало контактное давление, возникающее от силовых нагрузок. На концах трубки располагались толкатели, один из которых контактировал с кулачком, а второй — с соответствующим исполнительным механизмом. Любое перемещение толкателей при вращении кулачка передавалось через столб шариков и шайб на второй толкатель и воспроизводилось исполнительным механизмом; возврат осуществляется за счет пружины. Достоинством шарикового передаточного механизма явились компактность, высокая долговечность (внутри трубопровода — масляная среда), возможность легко и просто передавать движение под любыми углами, в любых плоскостях.

В конце 40-х годов группа специалистов под руководством Шаумяна спроектировала на основе шарикового передаточного механизма несколько специальных автома-

тов для часовой промышленности, в том числе токарный автомат для прецизионной обработки баланса часов «Победа». В течение длительного времени эти автоматы успешно эксплуатировались на часовых заводах.

Опыт показал, что использование шарикового передаточного механизма наиболее рационально в автоматах со сложным рабочим циклом и большим количеством механизмов, не требующих высокой точности позиционирования и значительных рабочих усилий в процессе работы (всевозможные сборочные, контрольные автоматы и т. п.). Шариковый механизм получил довольно широкое распространение и в электронной промышленности.

Для Шаумяна вообще было характерно неоднократное возвращение к ранее выполненным работам, их дальнейшее развитие и совершенствование. Через много лет, уже в начале 60-х годов, он вновь занялся шариковым приводом, соединив его с быстроперенастраиваемым программным командоаппаратом. Командоаппарат, по замыслу автора, является унифицированным органом управления. Он представляет собой автономный узел, включавший электродвигатель, безлюфтовый червячный редуктор со звеном настройки и один или два быстро-сменных блока кулачков. Каждый из кулачков сочленяется с шариковым передаточным механизмом, длина и конфигурация которого определяются взаимным расположением распределительного и исполнительного механизмов. Универсальный программный командоаппарат с шариковым приводом позволяет составлять программу в виде блока кулачков вне станка и тем самым иметь компактную «библиотеку программ», выполнять быструю замену блок-программ, что обеспечивает переналадку станков за 10—15 мин вместо нескольких часов. Тем самым Шаумян показал, что и системы управления на механической основе, с распределительным валом и кулачками, также могут быть высокоомобильными в переналадке и успешно работать в условиях серийного производства, конкурируя с системами числового программного управления.

В последнее 10-летие своей жизни Шаумян занимался разработкой новых методов и технологических процессов токарной обработки, созданием на их основе принципиально новых автоматизированных станков.





В рабочем кабинете, 1969 г.

Но если говорить образно, то токарная обработка была его нестареющей любовью всю жизнь. Еще молодым инженером исследовал он работоспособность токарных автоматов, закупленных в годы первой пятилетки за рубежом, систематизировал конструкции и пытался прогнозировать развитие; принимал участие в проектировании первых оригинальных отечественных одношпиндельных токарных автоматов. Именно применительно к токарным автоматам Шаумян создавал и свою теорию максимальных по производительности и оптимальных по экономичности режимов обработки. Ученый поддерживал связи с рабочими-новаторами, разрабатывавшими и внедрявшими высокопроизводительные методы скоростного и силового течения, неоднократно приглашал их для выступлений на кафедре. Именно в токарных автоматах применил он свое изобретение — шариковый передаточный механизм, создав ряд конструкций станков. Его лекции по диалектике развития конструктивно-компоновочных решений токарных автоматов и полуавтоматов,

напоминавшие по форме приключенческие повести с закрученным сюжетом, вызывали неизменный восторг студентов и запоминались надолго.

В начале 60-х годов Шаумян все чаще начал приходить к выводу, что при достигнутом уровне технологических процессов, при современных конструкциях станков и инструментов возможности повышения производительности токарного оборудования практически достигли предела. Благодаря внедрению твердосплавного инструмента взамен быстрорежущего были в основном исчерпаны возможности повышения режимов обработки. Дальнейшая дифференциация и концентрация операций и увеличение рабочих позиций автоматов ограничивались надежностью механизмов и устройств. Холостые ходы цикла в многшпиндельных автоматах были доведены до минимума; внедрение инструмента с настройкой на размер вне станка позволило существенно сократить время его смены и регулировки, но и здесь возможности были в основном реализованы. Неизбежно напрашивался вывод о необходимости поиска новых путей, новых методов и процессов токарной обработки, которые позволили бы создавать нетрадиционные конструкции и компоновки станков, обеспечивающих качественно иной, революционный рост их производительности. Таким искомым путем стала идея трансформации углов резания в процессе обработки.

Все исторически сложившиеся традиционные технологические методы токарной обработки основываются на постоянстве углов резания при точении. Это хорошо видно из рис. 6, а, где показана схема поперечного точения наружной поверхности тел вращения типа колец. Таким образом обрабатываются многие цилиндрические, конические, фасонные поверхности. Обработка производится благодаря вращению заготовки со скоростью  $v$  м/мин и поперечной подаче суппорта с резцом со скоростью  $s_{\text{поп}}$  мм/об. При этом на резце путем соответствующей заточки образуют углы резания: передний угол  $\gamma$  и задний угол  $\alpha$ , которые в процессе обработки (снятия припуска глубиной  $t$ ), как видно на рис. 6, а, не меняются. Аналогичная картина наблюдается и при продольной обточке, когда суппорт с резцом движется параллельно оси изделия. Обе схемы — поперечного и продольного точения, а также их комбинации, например при

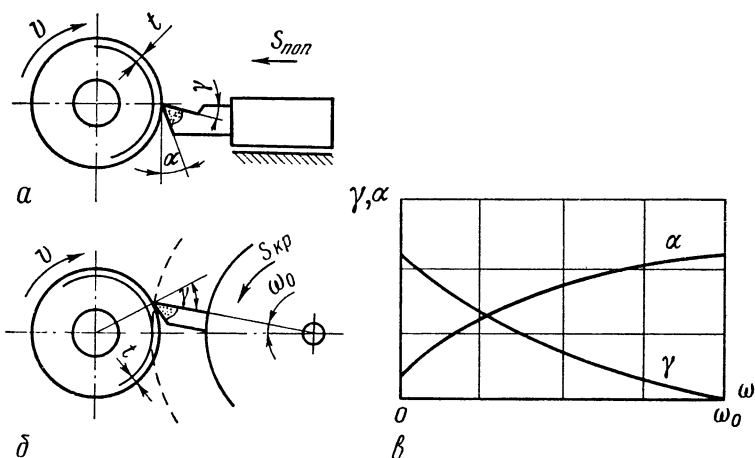


Рис. 6. Схемы токарной обработки наружных цилиндрических поверхностей

*a* — поперечное точение; *б* — попутное точение; *в* — изменение переднего ( $\gamma$ ) и заднего ( $\alpha$ ) углов резания в процессе попутного точения

обработке конических поверхностей, известны уже сотни лет.

Правомерность их, казалось бы, не вызывает сомнений. Между тем им присущи органические недостатки, которые объективно препятствуют дальнейшему повышению эффективности данного вида обработки.

Из теории резания известно, что наилучшие условия съема стружки в большинстве случаев получаются при «положительных» передних углах  $\gamma$ , когда резец заострен (см. рис. 6, *a*). В этом случае усилия и мощность резания, нагрев заготовок и инструмента меньше, чем при  $\gamma < 0$ . Однако в момент окончания обработки более рациональны уже отрицательные передние углы (или равные нулю), они обеспечивают лучшую чистоту обработанной поверхности.

При поперечном точении в силу неизменности условий резания соблюсти оба требования не удастся. Весь съем производится одной режущей кромкой, отсюда — неизбежный нагрев резца (последнее и определяет его стойкость), а также непрерывный характер стружки, для дробления которой приходится применять специальные

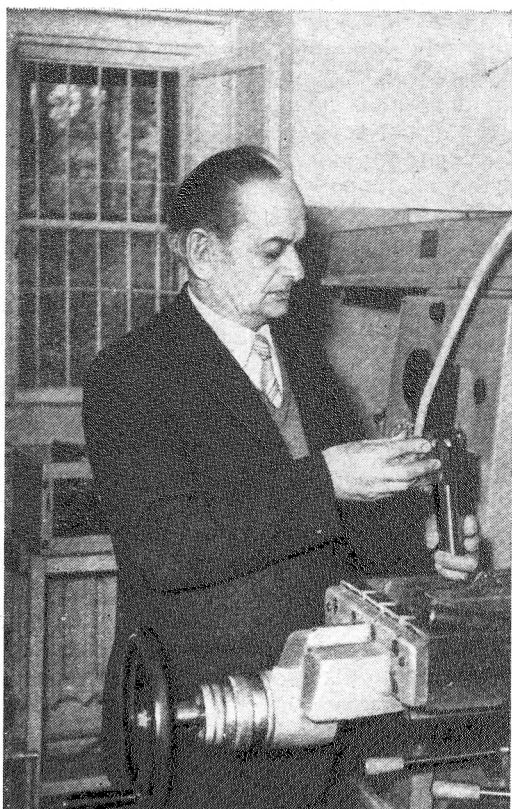
методы и средства, далеко не всегда эффективные. При подаче суппорта вся жесткость кинематической цепи (с учетом зазоров в передачах, износа сопряжений и т. д.) непосредственно сказывается на стабильности перемещения резца, а следовательно, в конечном итоге на точности обработки и качестве поверхности.

Движения суппорта — дискретный процесс, требующий, с одной стороны, направляющих возвратно поступательного движения, которые неизбежно изнашиваются, с другой — наличия устройств управления циклом обработки (ручного или автоматического). Все эти обстоятельства хорошо известны, но они всегда рассматривались как неотъемлемые свойства токарной обработки как таковой. Мысль о том, чтобы, сохранив все положительные свойства токарной обработки, попытаться избавиться от всего комплекса недостатков, казалась противоестественной.

Почти всем, но не Шаумяну. Он предложил идею «попутного течения», которая, как и почти все «безумные» идеи, поначалу даже не воспринималась всерьез. В ее техническую реальность начали верить только после создания первых образцов оборудования, работавшего по новому методу.

Принципиальная схема попутного течения приведена на рис. 6, б. Резец закрепляется не на поступательно движущемся суппорте (см. рис. 6, а), а на вращающейся головке и движется попутно с заготовкой. Необходимая глубина резания устанавливается вылетом резца, его контакт с заготовкой происходит на протяжении некоторого угла поворота резцовой головки, равного  $\omega_0$  вплоть до выхода резца на линию центров.

С первого взгляда кажется, что резания не будет: резец вопреки всем правилам надвигается на заготовку задней гранью, которая не является режущей. Однако скорость вращения заготовки  $v$  намного больше, чем резцовой головки (вращение головки — это скорость круговой подачи  $s_{кр}$ ). Поэтому в момент начала контакта (см. на рис. 6, б) материал заготовки получает движение относительно материала резца — в сторону от передней грани к задней, как это происходит при любом процессе резания. Нетрудно заметить, что при изменении угла поворота головки, условия резания меняются. В начальный момент  $\omega=0$  имеется геометрическое заострение резца,



В лаборатории «Станки и автоматы»  
МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1972 г.

передний угол существенно положителен, что облегчает вхождение резца в металл, съём максимальных сечений стружки. При дальнейшем совместном вращении величина переднего угла  $\gamma$  уменьшается, а заднего  $\alpha$  увеличивается (см. рис. 6, в), и в конце обработки, при  $\omega = \omega_0$ , они становятся равными углу заточки, например  $\gamma = 0$ , что обеспечивает наилучшие условия зачистки, получения высокой чистоты обрабатываемой поверхности.

Преодолев многочисленные технические трудности, Шаумян и его сотрудники создали первый эксперимен-

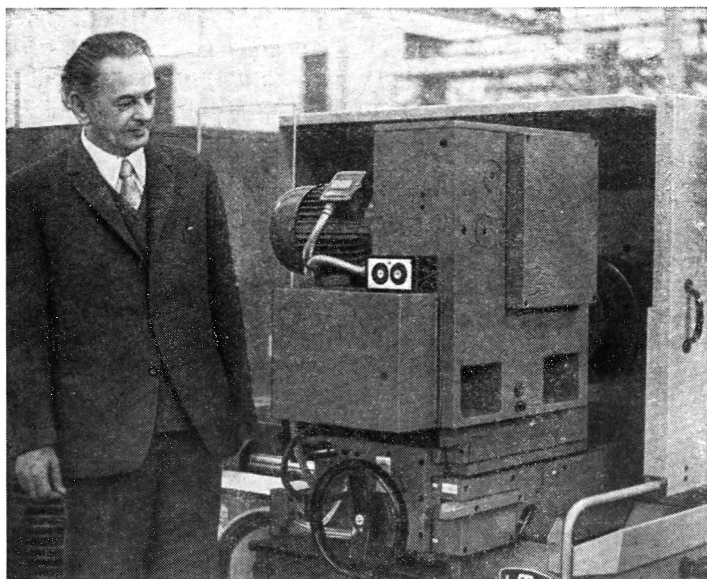
тальный станок-стенд для наружной обработки колец шарикоподшипников. Станок работал на скоростях, превышающих обычные в 2—3 раза, за 10—12 с происходила обработка наружной поверхности кольца. Как известно, при таких скоростях и изделия и инструменты обычно нагревались до температур в несколько сот градусов. Однако кольцо, обработанное на станке-стенде, было холодным — снижались усилия обработки. На резцовой головке размещался, разумеется, не один, а несколько инструментов, каждый из которых производил обработку на полную глубину  $t$  поверхности, дифференцированной на участки по длине таким образом, что вся длина (если нужно и в два прохода) полностью обрабатывалась за один оборот головки.

На производственных образцах одношпиндельных станков, выпущенных впоследствии Ереванским станкозаводом им. Ф. Э. Дзержинского и Московским станкозаводом им. С. Орджоникидзе, было установлено по две резцовые головки — по обе стороны шпинделя с изделием, что обеспечивало его динамическое уравнивание, минимальные деформации при обработке. Так как каждый резец находился в контакте лишь короткое время — при прохождении угла  $\omega = \omega_0$  он не успевал нагреваться, это резко повышало стойкость инструментов. Сам процесс предопределял дискретный характер стружки, что снимало проблему ее дробления. Точность обработки обеспечивалась уже не жесткостью кинематического привода, как при поперечном точении, а за счет предварительной установки вылета резцов, постоянства расположения параллельных осей заготовки и резцовой головки.

В итоге уже на экспериментальных станках-стендах удалось получить обработанные кольца с шероховатостью поверхности, соответствующей шлифованной, с высокими точностными характеристиками (овальность по желобу — в пределах 0,06 мм, разностенность — 0,06 мм, что в 2,5 раза лучше, чем на обычных токарных автоматах)<sup>2</sup>. Обработка производилась на скоростях до  $v = 250$ —300 м/мин — более высоких, чем при обычных методах точения.

---

<sup>2</sup> Автоматизация и механизация производственных процессов в машиностроении. Сб. под ред. Г. А. Шаумяна. М., «Машиностроение», 1967, с. 182.



У станка попутного точения,  
изготовленного станкостроителями ГДР, 1972 г.

Производственные образцы станков, работающих по методу попутного точения, поражают необычностью компоновочных форм и простотой конструкции. Например, в полуавтомате ЕТ-50, выпущенном Ереванским станкозаводом, отсутствуют направляющие возвратно-поступательного движения — только двигатель, привод вращения трех параллельных валов: шпинделя и резцовых головок — и все! Нет даже системы управления циклом, как таковой — лишь устройство выключения при выполнении одного оборота головок. Таким образом, сами собой отпали такие вечные в станкостроении и автоматостроении проблемы, как обеспечение износоустойчивости и долговечности направляющих, оптимальный выбор и программирование системы управления циклом, стружколомание и стружкодробление и т. д. и т. п.

Первые успехи, связанные с исследованиями попутного точения наружных поверхностей тел вращения, Шаумян развил в комплексе работ по обработке внутренних

поверхностей, комбинированной обработке и обработке с продольным перемещением резцовых головок. Был сконструирован ряд станков для комбинированной обработки различных поверхностей, например деталей электродвигателей, в том числе один станок — совместно со станкостроителями ГДР.

Следующим этапом явилось создание многопозиционных схем обработки попутным точением. В начале 70-х годов по проекту автора на Киевском заводе станков-автоматов был построен первый опытный образец 12-шпиндельного автомата попутного точения непрерывного действия, где обрабатываемые изделия закреплялись в шпинделях непрерывно вращающегося ротора, а комплект инструментов располагался неподвижно, рассредоточенный по периферии окружности ротора<sup>3</sup>. При бесперебойной работе этот автомат за 6 с полностью обрабатывал кольцо (вместо 30—40 с, затрачиваемых на обычных многошпиндельных автоматах последовательного действия).

Разумеется, разработка методов и станков для попутной обработки не может считаться заслугой только одного Г. А. Шаумяна. Его исследованиям в этой области предшествовали работы профессора Г. И. Грановского — по протягиванию тел вращения и доцента А. Я. Загородникова — по круговому попутному протягиванию. Под руководством Г. А. Шаумяна работала целая группа сотрудников кафедры «Станки и автоматы»: П. М. Чернянский, Б. А. Усов, Ю. М. Ермаков, И. П. Соломенников, И. Д. Краснов, С. Н. Борисов, Ю. П. Замчалов, А. И. Лобанов, С. А. Савкин, В. И. Малинин и др.; огромный творческий вклад в создание станков попутного точения внесли работники Ереванского станкозавода, Московского завода им. С. Орджоникидзе, Киевского завода станков-автоматов.

На пути широкого внедрения этих станков было множество технических и организационных трудностей, неизбежных при создании любого принципиально нового в технологии и технике. И тем не менее история создания и развития методов попутной обработки лишней раз проиллюстрировала общую научно-техническую законо-

---

<sup>3</sup> Компонка и кинематическая схема станка даны в монографии Г. А. Шаумяна «Комплексная автоматизация производственных процессов» (М., «Машиностроение», 1973, рис. IX—25 и рис. X—19).





На Международном симпозиуме станкостроителей,  
ГДР, 1972 г.

мерность — несмотря на то что создание нового в науке и технике давно уже стало коллективным делом, ведущая роль по-прежнему принадлежит талантливым ученым, способным увлечь и повести за собой коллективы. Таюй творческой индивидуальностью разработчика-технолога и конструктора, несомненно, обладал Григор Арутюнович Шаумян.

*Педагог.* Еще одной не менее важной гранью творчества Г. А. Шаумяна была многолетняя педагогическая деятельность. Как известно, Шаумян являлся талантливым оратором, выступления которого не оставляли равнодушной любую аудиторию — от студенческой до академической. Об этом отношении, в частности, свидетельствует отзыв о его лекциях по курсу «Автоматика станков» для дипломированных инженеров, прочитанных во Всесоюзном институте повышения квалификации ИТР спецпромышленности:

«По отзывам инженеров-слушателей (руководителей цехов и отделов), лекции т. Шаумяна представляют исключительный интерес по своей оригинальности, теоретической обоснованности и по своим практическим выво-

дам. Эти лекции, проходящие с большой живостью, мобилизовали инженерную общественность вокруг поставленных т. Шаумяном конкретных вопросов по использованию станочного парка и внедрению принципа автоматов в металлообрабатывающих станках. . .

После первых лекций лектор завоевал такой авторитет, что начальники цехов приглашали т. Шаумяна для консультации для разрешения ряда практических и больших мест как по вопросам использования автоматного парка, так и по вопросам автоматостроения. . .

Тов. Шаумян, безусловно, завоевал авторитет как лектор и специалист по вопросам автоматизации станков и пользуется большой популярностью на заводах промышленности».

Ничего удивительного, если такую характеристику получает маститый профессор, ученый с мировым именем. Но данный отзыв датирован 1935 г., когда Г. А. Шаумяну еще не было и 30 лет, а его инженерный стаж исчислялся четырьмя годами!

С тех пор он прочел множество лекций самому различному контингенту слушателей. Именно в этих выступлениях сформировался его индивидуальный стиль лектора-трибуна, лектора-пропагандиста, лектора-борца. Много лет спустя, выступая в МВТУ им. Н. Э. Баумана перед профессорами и преподавателями с лекцией «Пути формирования и совершенствования педагогического процесса», Г. А. Шаумян попытался сформулировать свои взгляды на вопросы педагогического мастерства, прежде всего мастерства лектора как ведущей фигуры в учебно-воспитательном процессе вуза. Он сказал:

«Всем известно, что интересно прочитанные лекции остаются надолго в памяти, помогают молодым специалистам.

Каждый из нас помнит замечательные лекции своих учителей. Мы благодарны им не только за то, чему они нас учили, но и за то, как они нас учили. Это второе мне кажется наиболее важным, ибо наука и техника так бурно развиваются, что то, чему мы сегодня учим, завтра может устареть. И если наши ученики воспримут от нас самое важное, то они смогут ставить и решать те новые проблемы, которые возникнут у них на пути.

Хотелось бы отметить, что лекции по общетехническим и по специальным дисциплинам некоторым образом

отличаются друг от друга. Методика преподавания таких классических дисциплин, как математика, механика, отработывалась буквально веками.

Конечно, и они развиваются, двигаются вперед, но если сравнить их со специальными дисциплинами, то последние рождаются, меняются и бурно развиваются на наших глазах. За те 35 лет, в течение которых я преподаю, между тем, чему мы учим в данное время, и тем, чему мы учили в начале моей деятельности, наблюдается большой контраст...

Классические науки, беря факты как вглубь, так и вширь, сумели охватить многое. Декарт пришел к тому, что кроме тех наук, которые существуют, нужна одна наука — наука ума. В «Правилах для руководства ума», написанных им в 20 лет, он утверждает: «Для отыскания истины необходим метод». Лучше совсем не помышлять об отыскании каких бы то ни было истин, чем делать это без всякого метода.

«Эти люди, — пишет Декарт, — подобны тому, кто, обуреваемый безрассудочным желанием найти драгоценность, вечно блуждает по дорогам в надежде на то, что ее может обронить какой-нибудь прохожий»<sup>4</sup>. Действительно, без метода познания трудно творить. Декарт писал, что существует математика ума, где «общее — математика, которой должны пользоваться и математики, и физики, и архитекторы, и музыканты...»

Итак, мы должны вникать в сущность явления, находить противоречия в самом предмете, формулировать закономерности. Только тогда излагаемые лектором темы будут слушаться студентами с большим интересом, вызывать обсуждения. Очень важна в лекционной работе графическая, иллюстративная сторона. Это преимущество лекций по техническим дисциплинам, так как лектор пользуется не только речью, он может писать, чертить и демонстрировать различные модели. Экспонаты — плакаты, диапозитивы, различные модели — должны занимать большое место в лекциях.

К сожалению, они пока используются нами не очень часто. Главным же по сей день являются речь и мел.

Какие требования предъявляются к рисунку?

---

<sup>4</sup> Декарт Рене. Правила для руководства ума. М.—Л., Госсэкономиздат, 1936, с. 12.

Рисунок имеет исключительное значение. С помощью рисунка можно изложить гораздо больше, чем объяснением.

Лекционный рисунок — это нечто другое, чем то, что мы привыкли подразумевать вообще под рисунком. Мы должны отличать рисунок лекционный от рисунка, который приводится в наших учебниках...

Если лектор обобщает те закономерности, которые объективно существуют и в теории и в конструкции, то он может дать интересный материал, заинтересовать студентов, поставить перед ними целый ряд проблем, трудноразрешимых и нерешенных сегодня, но ждущих своего решения. Слушатель участвует в этом процессе. Он уходит заряженным новыми идеями, может думать и творить.

Частные закономерности вызывают интерес студентов. Познавая явления, они открывают то, что при простом взгляде не удавалось обнаружить. Возьмите все включающие механизмы: вал, который вращается с большой скоростью, надо на ходу, включив муфту, соединить с валом, который находится в покое. Бывают поломки. Кулачки не выдерживают, конструктор усиливает зубья, тогда ломается сам вал. Если вы пойдете по этому пути, то поломок будет все больше. Мы учим, что чем толще и жестче, тем сильнее и прочнее, а на самом деле наоборот, чем тоньше и гибче, тем прочнее. Значит, надо найти в каждом отдельном случае противоречия, решения которых и представляет задачу науки...

Можно привести десятки других примеров, когда в самом предмете мы находим противоречие и это противоречие позволяет нам легко, быстро и интересно поставить проблему.

Далее следует остановиться на некоторых методических вопросах. Я могу только поделиться своими соображениями, с которыми многие могут не согласиться.

Написанные лекции я считаю чем-то вроде вырождения лекций. Раз лекция написана, значит, нужно ее обсудить в различных инстанциях. Далее ее издают, печатают. Спрашивается, какова же после этого роль лектора? Читать написанное?

Говоря словами Тимирязева, лектор опускается до роли простого передаточного акустического прибора: красиво, четко, ясно. Когда лекция напечатана, обсуждена,

любой лектор может прочитать ее. Вот это и есть начало вырождения чтения лекций в учебном институте. Для чего ходить на лекцию, если имеется литографический материал? Теряется живая связь между лектором и слушателем.

Найдутся такие товарищи, которые, прослушав меня, скажут, что не нужно писать лекции, планы, тезисы. Нет, это все писать нужно. Но я считаю, что лекция еще не готова для чтения в аудитории, даже когда составлены замечательный план и подробные тезисы.

Молодые лекторы должны понять, что, когда лекция написана, это еще не значит, что ее уже можно донести до слушателя. Прежде всего написанную лекцию нужно далеко спрятать и попробовать переварить ее мысленно. Это займет много времени. Если после этого окажется, что вы что-то забыли, тогда смотрите в свой конспект, вспоминайте эти трудные места и заносите в маленькую записочку. Входя в аудиторию, вы должны иметь при себе маленький клочок плана, где отмечены те места, которые вам не удалось запомнить. Прочитав лекцию, вы должны сделать ее анализ. Анализируя вы устанавливаете, что многое из намеченного по плану вами было пропущено, что вам пришлось делать новые добавления, которые вы и не думали делать. Вы обнаружите в прочитанной лекции оговорки, а возможно, и ошибки, которые в следующий раз не должны повторять. В аудитории в тесном общении со слушателями, которые вдохновляют лектора своим вниманием, лектор начинает высказывать новые мысли, он поистине творит. Это является большим творческим успехом.

Меня спрашивают, неужели Вы волнуетесь, читая лекции? Да, волнуясь вот уже 35 лет. С первой лекции и до последней человек должен волноваться. Тот, кто читает лекции не волнуясь, не способен кого-либо волновать.

Следует придерживаться мнения греческого философа, который сказал, что нельзя дважды перейти один и тот же поток. Естественно, повторять лекцию по написанному не только нельзя, но и невозможно.

Благородная задача старшего поколения состоит в том, чтобы каждый из молодых в кратчайшее время достиг более высокого совершенства. Старшие должны передать им свои секреты производства. Самое главное —

передать метод. Важно найти ключ, с помощью которого вы будете ставить собственные опыты и открывать новые горизонты науки перед вечно молодой аудиторией»<sup>5</sup>.

Отмечая мастерство Г. А. Шаумяна как лектора, нельзя не остановиться на его деятельности как педагога-методиста, одного из основоположников отечественной школы подготовки научных и инженерных кадров по автоматизации производства. Собственно, педагогическая работа была его основной профессией, по существу вся его сознательная деятельность связана с одним из старейших технических вузов страны — Московским высшим техническим училищем им. Н. Э. Баумана: сначала слушатель рабфака, затем студент, далее аспирант, преподаватель, доцент, профессор, последние 30 лет заведующий кафедрой «Станки и автоматы». За это время неузнаваемо изменился не только уровень науки и техники, но и методология подготовки инженеров, направленность, объем их знаний и умения, получаемых в вузе. Шаумян одним из первых педагогов технических вузов осознал, что качество учебно-воспитательного процесса, квалификация выпускников определяются не только тем, *чему* их учили, но в первую очередь *как* учили. В той же лекции по вопросам педагогического мастерства он говорил: «Самое трудное, что подавляет молодого лектора, — это многообразие технических достижений, это то богатство, которое сегодня дает наша и зарубежные страны в части технического прогресса. Возьмем, например, рабочие машины. Сейчас имеется свыше сотни тысяч типов рабочих машин. Если взять металлорежущие станки, то их у нас тысячи моделей.

При чтении лекций лектор обязан учесть достижения и науки и производства в своей области.

Как за короткий промежуток времени осветить все? Как построить курс, чтобы он был интересным, чтобы он дал те знания, которые нужны будущему специалисту?

Если лектор начнет перечислять только наименования достижений техники, то его перестанут слушать, а между тем факты — это основа нашей работы. Без фактов невозможно строить научную дисциплину.

---

<sup>5</sup> Материалы семинара «Педагогическое мастерство», вып. 1. М., изд. МВТУ, 1968, с. 19.

Подобрать интересные примеры — дело нетрудное. Но взятые для примера достижения сегодняшнего дня могут оказаться нежизнеспособными впоследствии.

Как нам поступить с этим многообразием фактов? Что преподнести аудитории? Все новейшие достижения науки и техники у нас и за рубежом? Но информация настолько большая, что она не может поместиться в голове, да и ни в одну электронную машину. Что же выбирать? Что анализировать и что считать главным? Как производить анализ? Это те вопросы, на которые надо найти ответ...

Академик Павлов советовал изучать, сопоставлять, накапливать факты. Факты — это воздух ученого. Изучая, старайтесь не оставаться у поверхности фактов, пытайтесь понять все тайны их возникновения, старайтесь изучить законы их развития.

Как видите, мы уже от фактов переходим к познанию законов. Если в лекции не отражаются законы развития, значит она неполноценна, даже если и прочитана красноречиво. Такая лекция не может проникнуть в сознание слушателя. Для познания законов нужен метод. Диалектический метод требует, чтобы явления рассматривались не только в их взаимосвязи и обусловленности (это очень важно, но недостаточно), но и с точки зрения их развития, возникновения и отмирания. Следует изучать, находить противоречия в самой сущности предмета»<sup>6</sup>.

Этот принцип — изучать явления с точки зрения их взаимосвязи и обусловленности — Шаумян положил в основу своего первого курса «Автоматы», который начал читать в МВТУ в 1932 г., стремясь дать студентам вместо описаний немногочисленных тогда конструкций автоматов понимание процессов их формирования и развития. Этот принцип явился базой написания и построения всех его учебников и учебных пособий: «Автоматы» (1952, 1955), «Автоматы и автоматические линии» (1961), «Автоматизация производственных процессов» (1967), а также «Автоматы и автоматические линии» (1976, под его редакцией). Появление этих книг было тесно взаимосвязано с созданием новых учебных курсов: «Автоматизация производственных процессов» (1947) и «Автоматы и автоматические линии» (1960). Последний пришел на

---

<sup>6</sup> Материалы семинара «Педагогическое мастерство», с. 23.

смену курсу «Автоматы» и в настоящее время включает в себя три самостоятельных курса: «Основы проектирования», «Системы программного управления» и «Целевые механизмы».

Оценивая систему методических концепций Г. А. Шаумяна в вопросах подготовки инженеров-специалистов по автоматизации, нельзя не заметить, что она теснейшим образом переплетается с его концепциями в области проблем развития этой отрасли техники. Именно с позиций данного развития рассматривает ученый задачи науки и инженерного образования.

«С точки зрения решения задач технического прогресса в машиностроении, различных направлений в проектировании новой техники, — отмечал Шаумян, — можно сформулировать две основные задачи, которые должна решать наука о машинах: 1) прикладные задачи — разработка и исследование новых технологических процессов, механизмов и устройств, создание новых методов расчета и анализа, позволяющих изготавливать новую технику с более высокими технико-экономическими показателями, решать конкретные задачи расчета, проектирования и эксплуатации новых машин и систем машин на более высоком уровне; 2) проблемные задачи — выявление и анализ объективных закономерностей технического прогресса в машиностроении, тенденций развития, причинной связи явлений, общих законов построения, анализа и синтеза машин, научное прогнозирование»<sup>7</sup>.

Отсюда следовал важнейший вывод — инженер по автоматизации производства должен быть специалистом широкого профиля, владеющим не только узкопрофессиональными навыками прикладного расчета и конструирования, но и широким научным пониманием сущности процессов и путей автоматизации. Поэтому Г. А. Шаумян считал инженера по автоматизации не просто узким электромехаником, не специалистом по электрическим и электронным схемам управления, а прежде всего высококвалифицированным технологом и конструктором, владеющим умением решать задачи создания машин и систем машин в целом, начиная с выбора оптимальной степени их автоматизации, типа системы автоматического

---

<sup>7</sup> Шаумян Г. А. Комплексная автоматизация производственных процессов, 1973, с. 51.



управления и т. д. В начале 60-х годов по инициативе Г. А. Шаумяна и других ученых механико-технологический факультет (МТ) МВТУ был преобразован в факультет автоматизации и механизации производства (АМ), а кафедры факультета получили наименования «Машины и автоматизация литейного производства», «Машины и автоматизация сварочного производства» и т. д.

Шаумяновская модель специалиста по автоматизации во многом предопределяет и систему его обучения, в которой, по мысли ученого, возможны различные варианты.

Наиболее простой вариант — прочитать студентам описательный курс, ознакомив их с имеющимися образцами автоматизированного оборудования (при соответствующей их типизации, классификации и т. п.), с типовыми методами и средствами автоматизации управления, загрузки и транспортировки, зажима и поворота изделий и т. д. И тогда выпускник вуза, обладающий общей хорошей конструкторской и технологической подготовкой, сможет работать в области автоматизации, добросовестно воспроизводя известные ему прототипы, разумеется, на более высоком уровне. Такая ознакомительно-описательная методология преподавания дисциплин по автоматизации принята в некоторых вузах, нашла отражение в учебных пособиях. По-видимому, она явилась закономерной для ранних этапов развития автоматизации и становления учебных курсов, когда еще не сложились школы по этим вопросам, не был накоплен достаточный опыт проектирования и эксплуатации машин и опыт преподавания, не сформировались квалифицированные кадры инженеров и ученых, способных решать усложняющиеся задачи на высшем уровне. Однако в настоящий момент это методология вчерашнего дня.

Как известно, большая часть современных автоматов и полуавтоматов и подавляющее большинство автоматических линий относится к специальному оборудованию, для которого основные параметры (число рабочих и холостых позиций, участков, параллельных потоков обработки и т. д.) выбираются по критериям не кинематики и прочности, а производительности, надежности, экономической эффективности. Основными этапами создания автоматов и линий являются:

а) разработка технологического процесса как основа дальнейшего проектирования;

б) выбор оптимального варианта построения машины или системы машин, ее принципиальной схемы и компоновочного решения;

в) выбор, расчет и проектирование системы управления;

г) расчет и проектирование целевых механизмов рабочих и холостых ходов;

д) уточнение ожидаемых технико-экономических показателей проектируемого оборудования: производительности, надежности в работе, экономической эффективности по сравнению с базовым вариантом.

Задачи, решаемые на каждом этапе, тем сложнее и многовариантнее, чем выше степень автоматизации машин, их конструктивная и структурная сложность. Соответственно возрастает цена ошибок проектировщиков, убыточность неоптимальных решений, и именно эти вопросы должны быть поставлены во главу угла при преподавании.

В соответствии с этим в цикле учебных дисциплин по автоматизации на факультете АМ МВТУ были созданы следующие курсы, каждый из которых в тесной взаимосвязи с остальными, по замыслу организаторов, должен был дать студентам определенный объем знаний и умения, необходимых для последовательного решения требуемых задач.

*Технологические основы автоматизации.* Не каждый технологический процесс, сложившийся в условиях совместной работы человека и машины, пригоден в качестве основы для создания автоматизированного оборудования. Поэтому задача курса по технологическим основам автоматизации — на основе анализа специфики технологических процессов автоматизированного производства научить студентов правильному построению этих процессов по критериям не только требуемого качества изделий, но и высокой производительности машин.

*Основы проектирования автоматов и автоматических линий.* Цель курса — на основе познания общности автоматов и линий различного технологического назначения, единых принципов автоматостроения, методов анализа и синтеза научить студентов решать на высоком уровне задачи выбора принципиального варианта проектируемого



В родных краях

оборудования, оптимального сочетания конструктивных, структурных, компоновочных параметров по критериям высокой производительности, надежности, экономической эффективности.

*Системы управления.* Этот курс призван на основе сравнительного анализа всех возможных типов систем управления, их достоинств и недостатков, области применения научить студентов умению выбирать тип системы управления, формулировать требования и объем выполняемых функций, рассчитывать и определять пара-

метры, проектировать специфические механизмы и устройства управления.

Как видно, цели и задачи такого курса существенно отличаются от задач курса «Основы автоматики». Последний, как правило, читается в вузах для машиностроительных специальностей кафедрами автоматического управления и регулирования и изучает вопросы теории автоматического регулирования как основы построения электронных систем, вне связи с целевой функцией проектируемых машин и их конкретной реализацией.

В курсе «Системы управления» все вопросы синтеза системы управления с учетом многовариантности решения необходимо рассматривать не абстрактно, а с позиций достижения автоматом или линией наилучших технико-экономических показателей по качеству изделий, производительности, себестоимости продукции.

*Целевые механизмы.* Задача курса — на основе изучения, анализа и систематизации методов и средств автоматизации рабочих и вспомогательных операций, принципов их унификации и т. д. научить студентов конструированию и расчету наиболее типовых механизмов и устройств (силовых головок, механизмов подачи материала, зажима, поворота, транспортирования, ориентации и др.). Здесь, чтобы не повторять материал традиционных конструкторских курсов, основное внимание должно уделяться расчету и конструированию механизмов холостых ходов с позиций их быстродействия, надежности в работе, универсальности и перенастраиваемости. И снова, как в курсах по системам управления, вопросы выбора и обоснования тех или иных конструктивных решений должны решаться с позиций обеспечения высоких технико-экономических показателей автоматов и линий в целом — их производительности и экономической эффективности.

*Автоматизация производственных процессов.* Курс является завершающим и обобщающим в цикле дисциплин по автоматизации. Он посвящен проблемным задачам: анализу путей и перспектив комплексной автоматизации производственных процессов, обоснованию экономически оптимальной степени автоматизации; причем основными объектами анализа и синтеза являются автоматические системы машин: автоматические линии, их технико-экономическая эффективность.

Такая система по существу предопределяла, по мнению Г. А. Шаумяна, применение методологических принципов обучения взамен информационных.

Шаумян считал, что учить студентов нужно не знанию различных конструкций и технологических процессов, которых великое множество, а общим закономерностям автоматостроения, методам анализа и синтеза автоматов и автоматических линий на основе научных положений теории производительности, надежности, экономической эффективности. При этом любые технологические процессы и конструкции машин, изучаемые в курсах, должны быть не самоцелью, а рассматриваться как взаимозаменяемые примеры, иллюстрирующие общие закономерности проектирования и эксплуатации автоматов и линий.

Теоретической основой курсов по автоматизации производственных процессов стала теория производительности, которая позволяет рассматривать вопросы проектирования и эксплуатации машин в их диалектической взаимосвязи, формулировать основные законы автоматостроения, решать конкретные вопросы расчета и выбора технологических, конструктивных, структурных, эксплуатационных параметров с позиций высокой производительности, надежности, эффективности. Степень рассмотрения этих вопросов и определяет научно-теоретический уровень курсов по автоматизации.

Такая методология и постановка преподавания дисциплин по автоматизации, основы которой были заложены Г. А. Шаумяном, все более завоевывает права гражданства, становится общепризнанной.

Г. А. Шаумян — один из организаторов системы подготовки инженеров по электронному машиностроению. В 1938 г. МВТУ выпустило первых дипломированных специалистов по электровакуумному машиностроению. Один из них, А. И. Татаренков, впоследствии вспоминал:

«В 30-е годы остро встал вопрос о развитии электровакуумной промышленности СССР; бурно рос выпуск осветительных ламп, приемно-усилительных ламп и других приборов, закупалось импортное оборудование, которое необходимо было осваивать, налаживать, эксплуатировать... Квалифицированные кадры практически отсутствовали.

Я поступил в МВТУ им. Баумана на механико-технологический факультет в 1934 г. и учился по специальности «Металлорежущие станки». В сентябре 1938 г. был направлен на производственную преддипломную практику на станкозавод им. С. Орджоникидзе, где получил задание — в дипломном проекте разработать револьверный станок. Через месяц доцент кафедры Г. А. Шаумян пригласил нашу группу на беседу, где с присущей ему энергией и энтузиазмом рассказал нам об электровакуумном производстве, об интересной перспективной инженерной работе в этой области.

Следует сказать, что мы были страстными патриотами своей специальности, станкостроение было на подъеме, было молодым, интересным, а о приемно-усилительных лампах многие из нас и не слышали. В этих условиях убедить нас изменить специальность было довольно трудно.

После беседы Г. А. Шаумян организовал экскурсию на электровакуумное предприятие в г. Фрязино под Москвой.

На завод наша группа приехала поздно вечером, рабочий день давно закончился. Г. А. Шаумян разыскал главного инженера завода и на его квартире состоялся первый разговор о подготовке инженеров-механиков, в которых так нуждались заводы, промышленность.

В результате шесть человек решили выполнять дипломные проекты по новой специальности, среди них К. Воробьев, А. Татаренков, Б. Михеев, А. Липаев, М. Азриель. Тематика первых дипломных проектов была разнообразной: заварочно-откачное оборудование, автомат сварки электродов, прессовое оборудование для изготовления анодов и др.

Завод не имел общежития, поэтому жить дипломникам пришлось прямо в КБ, где проходила работа. Было много сложностей с технической документацией, практически отсутствовала литература.

Г. А. Шаумян руководил проектами, консультировал дипломников.

Параллельно с работой над дипломами студенты МВТУ оказали большую помощь предприятию в освоении и пуске оборудования, его наладке, составили технические описания машин, выполнили сборочные чертежи узлов оборудования, расчеты.

Г. А. Шаумян в этот период прочитал на заводе цикл лекций по оборудованию и его эксплуатации.

Защита дипломов прошла успешно, причем дипломники принесли на защиту приемно-усилительные лампы, их узлы. Эта традиция сохраняется и до сих пор при защите дипломных проектов.

На следующий год число выпускников по электровакуумному машиностроению выросло, популярность специализации росла как среди студентов дневного, так и вечернего отделения МВТУ».

После Великой Отечественной войны МВТУ вновь стало выпускать специалистов по электровакуумному машиностроению. Постепенно в училище вводились специальные курсы по конструкции электровакуумных приборов, по технологии и оборудованию электровакуумного производства, автоматизации этого производства и др.

Высокая квалификация выпускаемых инженеров, совершенная методика преподавания позволили в МВТУ на базе специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» создать новую — «Электровакуумное машиностроение». Ее вел Г. А. Шаумян. С появлением и развитием полупроводниковых приборов училище приступило к подготовке инженеров-механиков по полупроводниковому машиностроению. Многие из ныне известных крупных отечественных специалистов и организаторов электронной промышленности в свое время закончили МВТУ.

В настоящее время в МВТУ специальности, по которым работал Г. А. Шаумян, ведут две кафедры, возглавляемые его учениками, — кафедра «Станки и автоматы», которой руководит профессор А. С. Проников, и кафедра «Полупроводниковое и электровакуумное машиностроение», которую возглавляет профессор Н. И. Камышный. Еще один ученик, окончивший училище по этой специальности, доцент Ю. А. Хруничев, возглавляет факультет «Автоматизация и механизация производства» МВТУ.

Г. А. Шаумян в течение всей своей жизни не порывал связь с электронной промышленностью. Ученый постоянно интересовался ее новостями и проблемами, вел научную работу в этой области техники и создавал интересные механизмы, руководил подготовкой научных кадров.

Внешняя канва жизни Г. А. Шаумяна не была богата событиями. 50 лет отдал он МВТУ им. Н. Э. Баумана.

Вся его жизнь была заполнена трудом, огромным творческим напряжением физических и душевных сил. И не удивительно, что здоровье, крепостью которого он никогда не отличался, постепенно ухудшалось, со временем стало сдавать сердце. В 1958 г. ученый перенес первый инфаркт, спустя несколько лет — второй. Еще одного инфаркта его организм не выдержал. 28 августа 1973 г. профессор, доктор технических наук, лауреат Государственной премии СССР Григор Арутюнович Шаумян скончался.

Его хоронили 30 августа, в самый канун нового учебного года, в ясный погожий день. Коридоры МВТУ, подъезды и двор были заполнены людьми. В актовом зале, том самом, где кипели жаркие дискуссии по его работам, в звенящей тишине слышались печальные слова прощания. Каждые пять минут бесшумно менялся у гроба почетный караул. Когда замолкали слова, тихо и траурно звучала музыка.

31 августа музыка зазвучала здесь вновь — на этот раз громко, торжественно и радостно. В МВТУ проходил традиционный ритуал посвящения в студенты. Море флагов и улыбок залило площадь. Гром аплодисментов перекрывал слова приветственной речи ректора МВТУ чл.-корр. АН СССР Героя Социалистического Труда Г. А. Николаева. Юноши и девушки в едином порыве повторяли слова торжественной клятвы. Новое поколение бауманцев вступало на смену ушедшим.

### Развитие идей Шаумяна

Ученого, чьи идеи и помыслы совпали с объективными закономерностями развития общества, можно считать выдающимся. Именно такое совпадение приводит прежде всего к зарождению и формированию новых научных направлений, новых теоретических представлений.

Однако, возникнув, новые научные направления нередко развиваются по своим законам, зачастую независимо от своих основоположников, а иногда и в конфликте с ними. Поэтому невозможно проследить «в чистом виде» развитие идей тех или иных ученых. Примером этого служит творчество Г. А. Шаумяна, которое представляется как развитие научно-теоретических основ автоматизации, у истоков которых он стоял.



Сейчас уже не осталось людей, которых нужно агитировать за автоматизацию производства, доказывать, что оно магистральное направление научно-технического прогресса машиностроения. Шаумян одним из первых понял это почти полвека назад, на заре советского машиностроения, когда еще не созрели объективные предпосылки автоматизации, а ее технический арсенал был весьма скуден. Заслуга Шаумяна состоит в том, что он во многом способствовал формированию инженерного мировоззрения, правильному пониманию задач, направлений и перспектив автоматизации.

В наши дни мало кто верит в то, что эффективность автоматизации достигается лишь старанием конструкторов и требовательностью руководства. Существует множество конструкций автоматов и линий, спроектированных, казалось бы, по всем правилам и с самыми похвальными намерениями, но оказавшихся малоэффективными и убыточными. Однако они лучше любых формул агитируют за развитие теории, за широкие научные обобщения и в этой области техники.

Г. А. Шаумян одним из первых указал на необходимость создания научно-теоретических основ автоматизации, вытекающих из специфики ее целевого назначения.

Любая продукция, производимая на автоматах и в линиях, может быть (за редчайшим исключением) получена и на универсальном неавтоматизированном оборудовании, с обеспечением заданного качества изделий. Научной основой создания технологического оборудования любого назначения всегда служили теория рабочих процессов, сопротивление материалов, теоретическая и техническая механика. На них базируются такие направления, как расчет и конструирование станков, кинематика и динамика станков, расчет и конструирование инструмента и др. Их использование позволяет создавать станки, реализующие заданные схемы обработки, с правильно выбранными прочностными и кинематическими характеристиками.

Г. А. Шаумян впервые доказал, что для автоматизированного оборудования это необходимо, но не достаточно.

Целевое назначение любой автоматизации производства — увеличение количества выпускаемой продукции (производительности), повышение качества продукции, сокращение необходимой длительности обслуживания машин в процессе эксплуатации. Именно за счет получения



Г. А. Шаумян, 1973 г.

технического эффекта по этим показателям обеспечивается окупаемость необходимых, иногда весьма значительных затрат на автоматизацию. Следовательно, научно-теоретическую основу автоматизации должны составлять такие специфические направления, как теория производительности, теория надежности автоматизированного оборудования, теория инженерной оценки экономической эффективности новой техники. Первым, кто сделал научный вклад в создание и развитие этих направлений, был Г. А. Шаумян.

В течение длительного времени ученый выступал по этим вопросам по существу в одиночку. Можно упомянуть лишь несколько работ инженера И. Л. Клапауха<sup>1</sup>, однако он больше критиковал положения Г. А. Шаумяна и декларировал необходимость работ по теории автоматизации, чем создавал что-либо новое. Лишь в конце 40-х годов, в связи с широким развитием работ по автоматизации,

---

<sup>1</sup> *Клапаух И. Л.* Вопросы проектирования и эксплуатации автоматов. — Станки и инструмент, 1937, № 3.

теоретические вопросы анализа и синтеза автоматизированного оборудования начинают привлекать внимание многих исследователей.

В 1949 г. появилась монография С. И. Артоболевского «Машины-автоматы». В последующие годы вышли в свет его работы в этой области «К вопросу о производительности рабочих технологических машин» (1950) и «Методы определения выпускной способности машин-автоматов» (1952) и др. Круг вопросов, охваченных в них, во многом совпадал с теми, которыми занимался Шаумян, но различие в подходе было существенным.

Шаумян по образованию и интересам являлся прежде всего конструктором, специалистом по металлорежущим станкам. Поэтому в своих работах он шел «от целого — к частному», от машины — к ее механизмам. Это нашло отражение в его исследованиях механизмов питания, зажима, поворота и фиксации, кулачковых механизмов, суппортов, которые ученый рассматривал как элементы машины. Объектом творчества Шаумяна в течение длительного периода были металлорежущие (токарные) автоматы.

С. И. Артоболевский был прежде всего специалистом по теории механизмов и машин, представителем школы ТММ. В своих исследованиях он шел «от частного — к целому», выявляя внутри различных автоматов идентичные по назначению и исполнению механизмы — исполнительные, трансмиссионные, установочные, управляющие и регулирующие (по его классификации). И если у Шаумяна в основе классификации автоматизации лежал принцип построения машин (ученый исходил из характера дифференциации и концентрации технологического процесса), то Артоболевский выдвигал на первый план кинематические особенности движений отдельных механизмов и характер их сочетаний, законы перемещения и т. д. Характерно, что С. И. Артоболевский исследовал только процессы нормального функционирования машин-автоматов и их механизмов, не затрагивая вопросов их использования во времени, простоев по техническим и организационным причинам, что типично для ТММ.

В конце 40-х—начале 50-х годов разворачивается научно-теоретическая деятельность А. П. Владзиевского, в то время директора ЭНИМСа. Владзиевский внес значительный вклад в разработку вопросов производительности и надежности сложных автоматических систем машин, их

анализа и синтеза. Основным предметом его исследований явились закономерности функционирования многоучастковых автоматических линий с межоперационными накопителями, которые повышали их надежность при тех же характеристиках станков и устройств, из которых компоновались линии. Под его руководством были фундаментально изучены процессы межучасткового наложения потерь, вероятностные закономерности работы линий, а также впервые разработана и доведена до инженерного уровня использования система прогнозирования показателей производительности и надежности в работе проектируемых автоматических линий. Все эти вопросы, рассмотренные в различных публикациях (1950—1956), А. П. Владзиевский систематизировал в капитальной монографии «Автоматические линии в машиностроении» (1957). Ряд положений, относящихся к многоучастковым и многопоточным автоматическим линиям, был разработан А. А. Левиным.

В том же направлении развивались теоретические изыскания Ю. Б. Эршера. В 1962 г. вышла в свет его монография «Надежность и структура автоматических станочных систем». Автор предлагал свои аналитические формулы для расчета межучасткового наложения потерь в многоучастковых автоматических линиях с учетом реальной неравномерности внецикловых потерь различных участков. Значительный интерес представляли его попытки функционально определить производительность и надежность автоматических линий в зависимости не только от структурных характеристик и надежности составляющих элементов, но и числа наладчиков.

Несколько особняком стоят работы Ф. С. Демьянюка, одного из крупнейших технологов-машиностроителей, работавшего в свое время главным технологом ЗИЛ. Его исследования, обобщенные в монографии «Технологические основы поточного и автоматизированного производства» (1958), посвящены применению методов теории производительности при решении задач разработки технологии, специфичных для автоматизированного производства. Сюда относятся вопросы выбора оптимальной степени дифференциации и концентрации операций по критериям производительности и эффективности, оптимальных режимов обработки и т. д. Эти исследования в дальнейшем успешно продолжили А. И. Дашенко и его ученики.

С 1954 г. в СССР регулярно проводятся Всесоюзные совещания по проблемам теории машин и механизмов. С основным докладом на I совещании выступил академик И. И. Артоболевский. Говоря о теории построения машин автоматического действия, он назвал в качестве ее основных проблем создание методов расчета производительности и эффективности машин-автоматов и развитие методов проектирования кинематических схем и механизмов. В 1958 г. на II совещании И. И. Артоболевский говорил о медленном развитии общей теории машин-автоматов. Причину этого академик видел в неудовлетворительной разработке теории рабочих процессов. А ведь именно только на ее основе можно сформулировать требования к рациональным конструкциям отдельных механизмов и целых машин-автоматов. На совещании впервые действовала секция «Теория машин автоматического действия» под председательством С. И. Артоболевского. По итогам ее работы участники совещания определили одну из важнейших проблем теории механизмов и машин — «развитие общей теории производительности машин-автоматов с учетом новых и усовершенствованных рабочих процессов».

Секция «Теория машин-автоматического действия» работала на всех последующих всесоюзных совещаниях по проблемам ТММ, состоявшихся в Москве (1961), Киеве (1964), Сухуми (1967), Ленинграде (1971), Тбилиси (1974). Начиная с IV совещания заседаниями секции руководил Л. В. Петрокас, который внес значительный вклад в разработку теории оптимального циклограммирования машин-автоматов, их оптимального построения и т. д.

Исследования, проводимые в 60-х годах, по вопросам теории машин-автоматов и линий, в первую очередь теории производительности, при всем своем различии в постановке, методологии и приложениях решали единую важнейшую задачу — создание фундаментальных основ теории построения и функционирования машин и их систем. Эта проблема разрабатывалась исследователями, научная и инженерная деятельность которых начиналась еще в предвоенные годы (Г. А. Шаумян, С. И. Артоболевский, А. П. Владзиевский, Ф. С. Демьянюк, Л. В. Петрокас, И. И. Капустин, Ю. Б. Эрпшер, А. А. Левин и др.). Все они, исключая Г. А. Шаумяна, относительно поздно занялись научно-теоретическими вопросами - автоматомато-

строения. Каждый из них представлял творческую индивидуальность и решал свою определенную задачу.

60-е годы стали новым этапом развития теории машин-автоматов и линий, в том числе теории производительности, надежности, экономической эффективности. Он характерен, с одной стороны, мощным притоком новых сил — творческой молодежи, научное и инженерное мировоззрение которой формировалось уже в послевоенные годы — годы массовой автоматизации. С другой стороны, в этот период наблюдается расширение диапазона решаемых задач, главным образом по линии сближения теории с практикой, доведения научных положений и методологических принципов до уровня инженерных методик. В этой связи можно отметить создание методов анализа производительности и надежности автоматов и автоматических линий в условиях эксплуатации и расчета фактических показателей работоспособности (Л. И. Волчкевич, А. И. Коных, А. И. Дащенко, Б. И. Черпаков и др.); разработку методов статистического моделирования процессов функционирования автоматических линий на ЭВМ (Х. С. Дымшиц, М. Р. Тусупбеков, Р. А. Георгалин, Г. М. Бритавский, А. И. Дащенко, Н. М. Султан-Заде и др.); исследование процессов функционирования автоматических линий во времени, тенденций изменения в процессе эксплуатации показателей производительности и надежности (Г. И. Меламед, Ф. Е. Счастливленко, И. А. Клузов, Ю. Д. Таршис и др.); исследование отдельных вопросов структурного анализа и синтеза автоматов и линий (В. С. Гусарев, Д. Я. Ильинский, Л. И. Волчкевич и др.).

Одновременно довольно широкое развитие получили работы по комплексному анализу и оптимальному построению отдельных специфических типов автоматизированного оборудования: роторных машин и линий (Л. Н. Кошкин, В. Ф. Прейс, И. А. Клузов, Е. Н. Фролович), токарных автоматов и полуавтоматов (М. Л. Орликов, М. К. Клебанов), литейных формовочных линий (О. А. Беликов) и т. д.

Своеобразным итогом развития научно-теоретических основ автоматизации на данном этапе послужила межвузовская конференция «Теория производительности как основа проектирования машин-автоматов и автоматических линий» (1968). На конференции, которая проходила в МВТУ под председательством Г. А. Шаумяна, работали

три секции: «Прикладные вопросы теории производительности и методика преподавания курсов по автоматизации», «Прогрессивная технология как основа проектирования высокопроизводительных средств производства», «Расчет, конструирование и исследование механизмов автоматов и автоматических линий». В ее работе приняло участие около 200 человек, было сделано 83 доклада.

Особенностью развития научно-теоретических основ автоматизации в 70-е годы явилось постепенное смещение центра тяжести исследований с вопросов сравнительного анализа на разработку методов многопараметрического оптимального синтеза по критериям заданного качества изделий, требуемой производительности и экономического оптимума. Именно так было сформулировано главное направление развития теории автоматизации в основном докладе (Л. В. Петрокас, Л. И. Волчкевич, Д. Я. Ильинский, И. А. Клузов) на VII совещании по основным проблемам теории машин и механизмов (1974).

На этих совещаниях сложилась традиция — отмечать минутой молчания память видных ученых, скончавшихся за прошедшей период. На совещании 1974 г. участники стоя почтили память одного из крупнейших исследователей в области автоматизации, основоположника теории производительности машин-автоматов Григора Арутюновича Шаумяна.

## Вместо послесловия

---

Григор Арутюнович Шаумян не имел громких титулов, он не стал даже заслуженным деятелем науки и техники РСФСР. Только звание лауреата Государственной премии СССР выделяло его среди многих и многих профессоров, докторов наук. Но его имя знали все ученые и инженеры, имеющие отношение к машиностроению, в нашей стране и за рубежом. Без сомнения, Г. А. Шаумян был яркой творческой индивидуальностью, одним из самых самобытных исследователей, работавших в станкостроении и автоматостроении.

Анализируя различные аспекты его многогранной научной, инженерной и педагогической деятельности, его творческое наследие, можно попытаться определить наиболее характерные черты личности Г. А. Шаумяна как ученого и человека.

*Он был ученым-аналитиком*, обладавшим редким даром схватывать сущность явлений, индивидуальным и неповторимым умением анализировать, сопоставлять и обобщать. Лозунг «искать противоречия в сущности явлений!» был главным в его методологии научного поиска. И не случайно он постоянно обращался к проблемным вопросам станкостроения и автоматостроения. Его устные и печатные выступления по этим вопросам были, как правило, настолько индивидуальны и нетрадиционны, что автора узнавали сразу.

*Он был ученым-борцом*, который никогда не анализировал явление, предварительно не осознав и не сформулировав свое отношение к нему. Для него наука была столь же партийной, как и литература — ученый всегда твердо знал, за что и против чего он борется. Развитие



науки и техники для Шаумяна ассоциировалось с борьбой мнений и тенденций, возникновением и развитием новых идей. Больше всего на свете ненавидел он объективизм в науке, когда какой-нибудь ученый, «добру и злу внимая равнодушно», занимался лишь описанием явлений, их математическим моделированием.

*Он был ученым-однолюбом*, который посвятил свою научную, инженерную и педагогическую деятельность решению одной проблемы — автоматизации машиностроительного производства. Он презирал научных работников, готовых сегодня заниматься внедрением пластмасс, завтра — исследованием надежности, послезавтра — кибернетикой или еще чем-то, лишь бы было модно. Таких специалистов Шаумян называл «стилягами в науке». Его научный фанатизм всегда был трезвым и осознанным. Если в ранний период деятельности ученый выступал «за массовую автоматизацию», то впоследствии, когда это стало совершившимся фактом, столь же пламенно и неукротимо боролся «против бездумной автоматизации».

Увлеченный какой-либо новой идеей или проблемой, Шаумян, забыв об отдыхе и покое, трудился с утра до поздней ночи. При этом он много работал и дома. Увлекаясь, ученый часто забывал и о намереньях пойти к врачу, и о заседаниях ученых советов. Зато людей принимал охотно. В его квартире всегда было много посетителей даже в праздничные дни.

*Он был ученым-полемистом* по своей натуре. Он не любил и не умел «держаться в себе», скрупулезно шлифовать, а затем излагать на бумаге новые идеи и положения. Шаумяну нужна была аудитория, перед которой он мог изложить свои мысли, проверив тем самым их зрелость и убедительность и по возможности добиться понимания. Иногда казалось, что он резкостью суждений, запальчивостью изложения преднамеренно вызывал «огонь на себя».

Встречаясь с людьми, Шаумян никого не оставлял нейтральным по отношению к себе. Одни видели в нем прежде всего ясный ум и огромный талант ученого-новатора и восхищались им. Другие усматривали на первом плане такие черты, как полемическая дерзость, нетерпимость и неуважительность к авторитетам, и слышать не хотели его имени. Его индивидуальность и самобытность проявлялись в самых различных аспектах. Например, у Шау-

мяна почти не было статей и изобретений, выполненных с кем-нибудь в соавторстве. В то же время ученый всегда стремился максимально помочь в осуществлении творческих замыслов каждому, кто обращался к нему за помощью. При этом он часто вкладывал в развитие той или иной идеи очень много своего, но на соавторство не претендовал. Но если первичная идея изобретения принадлежала ему, Шаумян считал вправе ставить под результатом только свое имя, какую бы помощь ему ни оказывали в оформлении, подсчетах, изготовлении и т. п.

В мае 1973 г., за несколько месяцев до смерти, он находился в Боткинской больнице. Врачи строго запрещали тем немногочисленным посетителям, которым удавалось к нему прорваться, говорить с ученым о делах. Томясь от вынужденного бездействия и, быть может, в глубине души понимая, что дни его сочтены, Шаумян вспоминал прошлое. После очередной паузы в разговоре он неожиданно сказал: «А может быть, и напрасно я всю жизнь воевал, кого-то критиковал, беспокоился?» Потом, помолчав, сам себе ответил: «Но тогда это не был бы тот Шаумян, который есть!»

По-видимому, он был прав.

## Основные даты жизни и деятельности Г. А. Шаумяна

---

- 1905 г. Григор Арутюнович Шаумян родился 1 апреля в г. Дилижане (Армянская ССР) в семье колесника почтовых станций Арутюна Шаумяна.
- 1918 г. Работал учеником токаря (впоследствии токарем) в Дилижанских деревообделочных мастерских.
- 1923—1925 гг. Учился на рабфаке МВТУ.
- 1925—1930 гг. Учился на факультете точной механики МВТУ.
- 1927 г. Вступил в Коммунистическую партию.
- 1930—1934 гг. Учился в аспирантуре при МВТУ.
- 1932 г. Начал читать лекции по курсу «Автоматы».
- 1932 г. В газете «Техника» опубликована первая научная работа Г. А. Шаумяна — статья «Теория станков и законы управления автоматным парком».
- 1932—1939 гг. Работал (по совместительству) в Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (ЭНИМС).
- 1933 г. Опубликована первая работа Г. А. Шаумяна по теории производительности.
- 1936 г. Защитил кандидатскую диссертацию на тему «Обоснование и выбор типов автоматов и полуавтоматов для производства в СССР».
- 1941—1943 гг. В период эвакуации в Ижевск работал в оборонной промышленности.
- 1943 г. Защитил докторскую диссертацию на тему «Структура и синтез автоматов».
- 1943—1973 гг. Работал заведующим кафедрой «Станки и автоматы» МВТУ.
- 1945 г. В издательстве АН СССР вышла книга «Методы анализа машин-автоматов», написанная Г. А. Шаумяном совместно с И. И. Артоболевским, С. И. Артоболевским, В. А. Юдиным.
- 1945 г. Награжден орденом Красной Звезды.
- 1946 г. Опубликована монография Г. А. Шаумяна «Основы теории проектирования станков-автоматов» (2-е изд. вышло в 1949 г.).

- 1947—1949 гг. Создал гамму специальных автоматов с шариковым передаточным механизмом для часовой промышленности.
- 1948 г. Присуждение Государственной премии СССР за книгу «Основы теории проектирования станков-автоматов».
- 1949 г. Начал читать лекционный курс «Автоматизация производственных процессов».
- 1952 г. Вышло в свет учебное пособие Г. А. Шаумяна «Автоматы» (2-е изд. вышло в 1955 г.).
- 1953 г. Награжден орденом Трудового Красного Знамени.
- 1957 г. В журнале «Вестник АН СССР» (№ 7) опубликована первая работа Г. А. Шаумяна по вопросам экономической эффективности новой техники и путей комплексной автоматизации.
- 1956—1957 гг. Издание книги Г. А. Шаумяна «Автоматы» в ГДР, Румынии, Венгрии, КНР.
- 1961 г. Вышло в свет учебное пособие Г. А. Шаумяна «Автоматы и автоматические линии».
- 1966 г. На Ереванском станкостроительном заводе им. Ф. Э. Дзержинского изготовлены в металле первые образцы станков-полуавтоматов попутного течения.
- 1967 г. Вышел в свет первый общесоюзный учебник «Автоматизация производственных процессов», созданный Г. А. Шаумяном совместно с М. М. Кузнецовым и Л. И. Волчковичем.
- 1971 г. На Киевском заводе станков-автоматов создан первый опытный образец многошпиндельного автомата попутного течения непрерывного действия.
- 1973 г. 28 августа Григор Арутюнович скончался.
- 1973 г. В декабре вышла в свет монография Г. А. Шаумяна «Комплексная автоматизация производственных процессов».

- Законы производительности рабочих машин. — Социалистическая реконструкция и наука, 1933, № 10.
- Высокопроизводительные рабочие машины. — Социалистическая реконструкция и наука, 1935, № 6.
- Обоснование и выбор типов автоматов и полуавтоматов для производства в СССР. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. [Рукопись]. М., 1936.
- Автоматизация процессов производства. — Станки и инструмент, 1939, № 5.
- Многостаночное обслуживание и автоматизация станков. — Изв. АН СССР, 1940, № 5.
- Конструкция и расчет зажимных механизмов автоматов. — Станки и инструмент, 1940, № 3.
- Структура и синтез автоматов. Дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. [Рукопись]. М., 1943.
- Методы анализа машин-автоматов, ч. I. Структурный анализ. М., Изд-во АН СССР, 1945 (совместно с И. И. Артоболевским, С. И. Артоболевским, В. А. Юдиным).
- Основы теории проектирования станков-автоматов. М., Машгиз, 1946.
- Методы анализа машин-автоматов, ч. II. Кинематический и кинетостатический анализ. М., Изд-во АН СССР, 1949 (совместно с И. И. Артоболевским, С. И. Артоболевским, В. А. Юдиным).
- Основы теории проектирования станков-автоматов и автоматических линий. М., Машгиз, 1949.
- Автоматы. М., Машгиз, 1952.
- Опыт новаторов производства и задачи науки о машинах. — Вестн. АН СССР, 1953, № 4.
- Автоматы. Изд. 2-е. М., Машгиз, 1955.
- Вопросы автоматостроения. Сб. статей. Под ред. Г. А. Шаумяна. М., Машгиз, 1955.
- Комплексная автоматизация в машиностроении и ее экономическая эффективность. — Вестн. АН СССР, 1957, № 7.
- Автоматизация производственных процессов. М., Трудрезервиздат, 1958.
- Технология производства и теория производительности. — Научные доклады высших учебных заведений, 1958, № 1.
- Проблемы экономической эффективности новой техники. — Изв. вузов СССР. Машиностроение, 1961, № 12.
- Автоматы и автоматические линии. М., Машгиз, 1961.

- Программное управление металлорежущими станками. М., Профтехиздат, 1962.
- Производительность труда и проблемы автоматизации. — Вестн. машиностроения, 1962, № 2.
- Технический прогресс и его экономические обоснования. — В кн.: Эффективность комплексного развития науки и техники в промышленности. М., «Мысль», 1966.
- Универсальный программный командоаппарат с шариковым передаточным механизмом. — Передовой научно-технический и производственный опыт, 1966, № 5.
- Автоматизация производственных процессов. М., «Высшая школа», 1967 (совместно с Л. И. Волчковичем и М. М. Кузнецовым).
- Автоматизация и механизация производственных процессов в машиностроении. Сб. статей. Под ред. Г. А. Шаумяна. М., «Машиностроение», 1967.
- Проблемы автоматизации производственных процессов. — Вестн. машиностроения, 1967, № 12.
- Теория производительности как основа проектирования машин-автоматов и автоматических линий. Сб. статей. Под ред. Г. А. Шаумяна. М., изд. МВТУ, 1968.
- Создание станков попутного точения на базе метода и принципиальной схемы МВТУ. — Изв. вузов СССР. Машиностроение, 1968, № 9.
- Теория производительности и проблемы комплексной автоматизации. — Вестн. машиностроения, 1970, № 9.
- Основные положения теории машин-автоматов и автоматических линий. — В кн.: Теория машин автоматического действия. М., «Наука», 1970.
- Методы и средства повышения мобильности механических систем управления. — Механизация и автоматизация производства, 1970, № 6.
- Научно-техническая революция и проблемы оценки прогрессивности и экономической эффективности новой техники. Владимир, 1972.
- Автоматизация производственных процессов и ее эффективность. М., Изд. МВТУ, 1973.
- Комплексная автоматизация производственных процессов. М., «Машиностроение», 1973.
- Автоматы и автоматические линии, ч. I и II. Под ред. Г. А. Шаумяна. М., «Высшая школа», 1976.
- Автоматизация производственных процессов. Изд. 2-е. Под ред. Г. А. Шаумяна. М., «Высшая школа». 1978.

## Литература

---

- «Бауманец», 1950, 26 декабря.
- Прокофьев В. И.* Московское высшее техническое училище. М., Машгиз, 1955.
- Боголюбов А. Н.* История механики машин. Киев, «Наукова думка», 1964.
- «Бауманец», 1965, 2 апреля; 1977, 25 августа.
- Очерки по истории техники, т. III. Под ред. И. И. Артоболевского. М., «Наука», 1970.
- Артоболевский И. И., Петрокас Л. В., Ильинский Д. Я.* Задачи синтеза систем технологических машин-автоматов. — В кн.: Механика машин, вып. 41. М., «Наука», 1973.
- Боголюбов А. Н.* Советская школа механики машин. М., «Наука», 1975.
- Камышный Н. И. Г. А. Шаумян* — основоположник научной школы автоматизации. — Сборник трудов Всесоюзной межвузовской научно-технической конференции «Научные основы автоматизации производственных процессов в машиностроении и приборостроении». М., изд. МВТУ, 1975.

## Указатель имен

---

- Азриель М. 107  
Артоболовский И. И. 17, 29, 52,  
114, 120  
Артоболовский С. И. 52, 112,  
114, 120, 124  
Архангельский А. А. 13  
Ассур Л. В. 13, 26
- Балашкин Б. С. 29  
Баррикадный А. Д. 51  
Бауер Х. 31  
Бауман Н. Э. 14, 22  
Беликов О. А. 115  
Беликов П. Н. 17  
Бобарыкин И. И. 18  
Борисов С. Н. 92  
Бритавский Г. М. 115  
Бруевич Н. Г. 60
- Вавилов С. И. 17  
Вер Х. 31  
Веселовский И. Н. 17  
Ветчинкин В. П. 13, 18  
Владзиевский А. П. 43, 56, 68,  
112—114  
Волчкевич Л. И. 115, 116, 121  
Воробьев К. 107  
Вутих Г. 31  
Вяхирев С. В. 30
- Гавриленко А. П. 13  
Гавриленко В. А. 60  
Гадолин А. В. 26  
Георгалин Р. А. 114  
Головин Г. М. 30  
Грановский Г. И. 60, 92  
Гриневецкий В. И. 13, 14  
Гусарев В. С. 115
- Дащенко А. И. 113, 115  
Декарт Р. 95  
Демьянюк Ф. С. 68, 113, 114
- Дымшиц Х. С. 115
- Ермаков Ю. М. 92
- Жуковский Н. Е. 13, 17 18
- Загородников А. Я. 92  
Замчалов Ю. П. 90  
Зернов Б. С. 17
- Иванов А. П. 30  
Иванов Н. И. 18  
Ильинский Д. Я. 115, 116, 124  
Иночкин И. П. 66
- Камышный Н. И. 108, 124  
Капустин И. Н. 68, 114  
Келле Р. 31  
Кестнер Р. 31  
Клапаух И. Л. 111  
Клебанов М. К. 115  
Клусов И. А. 115, 116  
Кован В. М. 29  
Конюх А. И. 115  
Костоусов А. И. 57  
Кошкин Л. Н. 68, 115  
Краснов И. Д. 92  
Кроненберг М. 31  
Круг К. А. 13  
Кузнецов М. М. 121  
Кулибин И. П. 23
- Лазарев П. П. 13, 17  
Левин А. А. 113, 114  
Ленин В. И. 58  
Летников А. В. 12  
Липаев А. 107  
Лобанов А. И. 92
- Малинин В. И. 92  
Маркс К. 23  
Меламед Г. И. 115



Менделеев Д. И. 12  
Мерцалов Н. И. 13, 17  
Михеев Б. 107  
Модслей 24

Нартов А. К. 24  
Николаев Г. А. 109

Орджоникидзе С. 40  
Орликов М. Л. 115

Павлов И. П. 99  
Петр I 24  
Петров П. П. 13  
Петрокасс Л. В. 114, 116  
Пономарев И. С. 50  
Попов А. С. 12  
Попов М. А. 60  
Прейс В. Ф. 115  
Проников А. С. 108

Россинский Б. Н. 13

Савкин С. А. 92  
Сатель Э. А. 60  
Сидоров А. И. 13, 19, 26  
Смирнов Л. П. 17  
Соколовский А. П. 29  
Соломенников И. П. 92  
Стечкин Б. С. 13  
Султан-Заде Н. М. 115  
Счастливенко Ф. Е. 115

Таршис Ю. Д. 115  
Татаренков А. И. 106, 107  
Тейлор 57, 58  
Тиме И. А. 26  
Тимирязев К. А. 96  
Тихомиров Е. Н. 19  
Туполев А. Н. 13, 18  
Тусупбеков М. Р. 115

Уваров В. В. 60

Усов Б. А. 92

Федоров С. А. 13  
Фролов К. Д. 24  
Фролович Е. Н. 115

Хаймович Я. М. 51  
Хинчин А. Я. 17  
Хруничев Ю. А. 108  
Худяков П. К. 13, 18, 19, 26

Чаплыгин С. А. 13, 18  
Чебышев П. Л. 13, 26  
Чернов Д. К. 12  
Чернянский П. М. 92  
Черпаков Б. И. 115  
Чехов А. П. 9

Шаумян А. А. 11  
Шаумян А. Г. 10, 120  
Шаумян Вагинак Арутюнович  
10

Шаумян Вагр Арутюнович 10  
Шаумян Варкес Арутюнович  
11

Шаумян Г. А. 5—11, 15—22, 30,  
31, 33—35, 37—65, 67—86,  
88—94, 96—101, 103—121

Шаумян Л. А. 11  
Шаумян П. А. 11  
Шаумян С. П. /Вартанян/ 10  
Шаумян Ш. А. 11  
Штейнбах Е. 31  
Шухов В. Г. 13

Энгельс Ф. 23  
Эршпер Ю. Б. 62—64, 113, 114

Юдин В. А. 52, 120  
Юрьев Б. Н. 13, 18

Яхин А. Б. 29, 50

## Содержание

---

<b>Введение . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>Жизнь и научная деятельность . . . . .</b>	<b>10</b>
Детство, юность, учеба в МВТУ . . . . .	10
Страницы прошлого . . . . .	22
Становление ученого . . . . .	28
Зрелость ученого . . . . .	65
Развитие идей Шаумяна . . . . .	108
<b>Вместо послесловия . . . . .</b>	<b>116</b>
<b>Основные даты жизни и деятельности Г. А. Шаумяна</b>	<b>119</b>
<b>Основные труды Г. А. Шаумяна . . . . .</b>	<b>121</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>123</b>
<b>Указатель имен . . . . .</b>	<b>124</b>

Леонид Иванович Волчкевич  
Юрий Павлович Замчалов

Григор Арутюнович  
Шаумян  
1905—1973

*Утверждено к печати  
редколлекцией научно-биографической серии  
Академии наук СССР*

Редактор *В. П. Большаков*  
Художественный редактор *В. Г. Ефимов*  
Технические редакторы  
*С. Г. Тихомирова и В. И. Зудина*  
Корректоры *Т. И. Борисова, Н. М. Вселюбская*  
ИБ № 7438

Сдано в набор 06.06.77 г. Подписано к печати 05.01.78 г.  
Формат 84 × 108<sup>1/32</sup>. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая.

Бумага типографская № 2.

Усл. печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 6,6.

Тираж 22500 экз. Т-00203.

Тип. зак. № 497. Цена 40 коп.

Издательство «Наука»  
117485 Москва, Профсоюзная ул., 94а

1-я типография издательства «Наука»,  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

ВЫШЛА ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

Чеканов А. А. **Николай Гаврилович Славянов** (1854—1897). 5,2 л. 30 к.

В книге рассказывается о жизни и деятельности одного из создателей электрической дуговой сварки — русского изобретателя и ученого Н. Г. Славянова. Не ограничиваясь теоретическими изысканиями и лабораторными исследованиями, Славянов впервые в мире применил дуговую электросварку в судостроении. Его труды, высоко оцененные отечественными и зарубежными специалистами, широко используются в наши дни — подавляющее большинство сварочных работ выполняется по способу, разработанному Славяновым.

Книга рассчитана на всех, интересующихся историей развития отечественной науки и техники.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазина «Книга — почтой» «Академнига»:

- 480091 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97
- 370005 Баку, 5, ул. Джапаридзе, 13
- 734001 Душанбе, проспект Ленина, 95
- 252030 Киев, ул. Пирогова, 4
- 443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2
- 197110 Ленинград, П-110, Петрозаводская ул., 7а
- 117192 Москва, В-192, Мичуринский проспект, 12
- 630090 Новосибирск, 90, Морской проспект, 22
- 620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137
- 700029 Ташкент, Л-29, ул. К. Маркса, 28
- 450059 Уфа, ул. Зорге, 10
- 720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42
- 310003 Харьков, Уфимский пер., 4/6



*Л. И. Волчкович,  
Ю. П. Замчалов*

**Григор Арутюнович  
ШАУМЯН**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА:

БИРЮКОВ Ю. В.

СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ КОРОЛЕВ

(1907—1966)

(Научные биографии)

10 л. 1 р. 10 к.

Книга посвящена научной, инженерной и организаторской деятельности основоположника практической космонавтики в нашей стране академика С. П. Королева. Главное внимание уделено его работам по созданию мощных ракет различного типа и назначения, а также первых космических систем. Рассказано о возникновении школы советского ракетно-космического машиностроения. Освещены взгляды С. П. Королева на прошлое, настоящее и будущее космонавтики. Рассчитана на широкий круг читателей.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазина «Книга — почтой» «Академкнига»:

- 480391 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97
- 370005 Баку, 5, ул. Джапаридзе, 13
- 734001 Душанбе, проспект Ленина, 95
- 252030 Киев, ул. Пирогова, 4
- 443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2
- 197110 Ленинград, П-110, Петрозаводская ул., 7а
- 117464 Москва, В-464, Мичуринский проспект, 12
- 630090 Новосибирск, 90, Морской проспект, 22
- 620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137
- 700029 Ташкент, Л-29, ул. К. Маркса, 28
- 450074 Уфа, проспект Октября, 129
- 720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42
- 310003 Харьков, Уфимский пер., 4/6.

Цена 40 коп.